

LA ARGUMENTACIÓN Y SU RELACIÓN CON LAS REPRESENTACIONES DEL  
CAMBIO QUÍMICO EN GRADO 5° DE BÁSICA PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA SANTA SOFÍA SEDE LA AURORA DOSQUEBRADAS

Adriana Cardona Muñoz

Mónica Alexandra Henao Flórez

Universidad Tecnológica de Pereira

Maestría en Educación

2017

LA ARGUMENTACIÓN Y SU RELACIÓN CON LAS REPRESENTACIONES DEL  
CAMBIO QUÍMICO EN GRADO 5° DE BÁSICA PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA SANTA SOFÍA SEDE LA AURORA DOSQUEBRADAS

Adriana Cardona Muñoz

Mónica Alexandra Henao Flórez

Asesor

José Mauricio Rodas Rodríguez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de

Magister en Educación

Universidad Tecnológica de Pereira

Maestría en Educación

2017

Notas de aceptación

---

---

---

---

Firma de director de la tesis

---

Firma del Coordinador de la tesis

---

Firma del Jurado

---

## **Dedicatoria**

A Dios, que fue nuestra guía espiritual llenándonos de fe y esperanza; a nuestras madres, que nos acompañaron en este proceso, convirtiéndose en nuestro apoyo, ellas, mujeres que nos dejan un legado de entrega, lucha, perseverancia y amor por lo que se hacemos. A nuestras familias que cada día o noche entendieron el porqué de la ausencia en casa, rodeándonos de amor y energía positiva anhelando siempre lo mejor para nosotras, para que hoy este proyecto se convierta en una meta alcanzada.

## **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestros agradecimientos a los docentes de la maestría en educación de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) por compartir sus saberes y en especial a nuestros asesores Francisco Javier Ruiz Ortega y José Mauricio Rodas Rodríguez, quienes nos orientaron el mejor camino en este proceso de formación profesional, como magister de la educación; a los compañeros de la línea de investigación en Ciencias Naturales por su valiosa cooperación y apoyo durante los seminarios en esta maestría y finalmente y no menos importantes a nuestros estudiantes del grado 5° de la I. E. Santa Sofía sede La Aurora por su participación en este proyecto.

## Tabla de contenido

Introducción .....	14
1. Planteamiento del problema .....	17
2. Justificación .....	20
2.1 Objetivos .....	22
2.1.1 Objetivo general. ....	22
2.1.2 Objetivos específicos. ....	22
3. Antecedentes.....	23
4. Referente teórico.....	29
4.1 Argumentación. ....	29
4.1.1 Argumentación en ciencias. ....	33
4.1.2 Niveles argumentativos.....	35
4.2 Epistemología del cambio químico. ....	39
4.2.1 Representaciones del cambio químico. ....	42
5. Metodología.....	50
5.1 Tipo de investigación. ....	50
5.2 Unidad de trabajo y unidad de análisis.....	50
5.3 Instrumentos. ....	51
5.4 Plan de análisis. ....	51
5.5 Procedimiento.....	54
6. Resultados y discusión.....	59
6.1 Resultados del análisis descriptivo.....	60
6.2 Resultados del análisis comprensivo.....	65

6.2.1	Seguimiento a Dauini.....	66
6.2.2	Seguimiento a Jose.....	76
6.2.3	Seguimiento a German.....	85
7.	Conclusiones.....	95
8.	Recomendaciones .....	99
	Referencias bibliográficas.....	101
	Anexos .....	109

### **Lista de tablas**

Tabla 1 Representaciones del cambio químico.....	53
Tabla 2 Niveles argumentativos por Osborne, Erduran y Simons (2004) y modificada por Francisco Ruiz .....	54
Tabla 3 Relación de los niveles de argumentación y las representaciones identificados en los estudiantes participantes, en los análisis del cuestionario inicial y final. ....	60

### **Lista de figuras**

Figura 1. Procedimiento de la investigación. Fuente elaboración propia. ....	58
Figura 2. Síntesis del análisis de Dauini. Fuente: Elaboración propia.....	75
Figura 3. Síntesis del análisis Jose. Fuente: Elaboración propia .....	84
Figura 4. Síntesis del análisis German. Fuente: Elaboración propia .....	93

### **Lista de gráficas**

Gráfica 1 Niveles de argumentación y la representación macroscópica.....	61
Gráfica 2 Movilización de las respuestas de los estudiantes en relación con los niveles argumentativos. ....	63



## Lista de Anexos

Anexo A Cuestionario único.....	109
Anexo B Unidad didáctica.....	111
Anexo C Transcripciones de audios .....	132
Anexo D Rejilla de recolección de información.....	151
Anexo E Ejemplo del procedimiento del análisis de la información relacionada con las representaciones del cambio químico identificadas en el cuestionario. ....	172
Anexo F Ejemplos de la movilización de las respuestas de los estudiantes en relación con los niveles argumentativos.....	174

## **Resumen**

El presente proyecto de investigación de tipo cualitativo de corte comprensivo, tuvo como objetivo principal comprender las relaciones existentes entre la argumentación y las representaciones del cambio químico en los estudiantes del grado 5° de la Institución Educativa Santa Sofía, sede La Aurora del municipio de Dosquebradas, Risaralda. Se emplearon como instrumentos: el cuestionario y la unidad didáctica en la que se especificaron dos espacios argumentativos.

Desarrollado en tres fases, inicialmente se diseñó y aplicó un cuestionario con el fin de identificar el nivel argumentativo y las representaciones que tenían los estudiantes sobre el cambio químico; posteriormente se diseñó e implementó una unidad didáctica, en la que se incluyeron espacios argumentativos para potenciar en los estudiantes, tanto la argumentación como la comprensión del concepto; y finalmente se aplicó de nuevo el cuestionario para interpretar las transformaciones que tuvieron las respuestas de los estudiantes en las categorías analizadas y así poder comprender las relaciones presentadas entre estas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo evidenciar en las respuestas e intervenciones de los estudiantes las transformaciones y/o movilizaciones tanto en los niveles argumentativos como en las representaciones del concepto, presentándose unos argumentos más estructurados, en los que se incorporaron elementos propios de niveles más avanzados como las justificaciones y los contraargumentos; además se destacó la apropiación de un lenguaje científico, mediante la interacción discursiva con la docente y entre pares, propiciando la reflexión, el razonamiento y la aproximación a la ciencia.

Esta investigación es un referente para fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula de ciencias, la cual aborda la argumentación como un proceso dialógico, de orden epistémico y discursivo que implica el razonamiento, la objeción, la discusión y la justificación de ideas, mediado por el lenguaje, para confluir en el aprendizaje colectivo de conceptos científicos, a través de la propiciación de espacios argumentativos y de situaciones contextualizadas de tal manera que se pueda apreciar la utilidad, la comprensión y la apropiación del conocimiento.

**Palabras claves:** argumentación en ciencias, niveles de argumentación, representaciones de la química, cambio químico.

## **Abstract**

The main objective of this qualitative research project was to understand the relation between the argumentation and the representation of chemical change in 5th grade students from Santa Sofia Educational Institution, La Aurora headquarters in the town of Dosquebradas, Risaralda. The following instruments were used: a questionnaire and a didactic unit, in which two argumentative spaces were specified.

The project was developed in three phases: first, the questionnaire was designed and applied in order to identify the argumentative level in students and the representation that they had about chemical change; Later, a didactic unit was designed with argumentative spaces to promote argumentation and understanding in students; And finally, the questionnaire was applied again to interpret the transformation of students' answers in the analyzed categories, and thus to be able to understand the relation between them.

According to the obtained results, the transformations and / or mobilizations at the argumentative levels, as well as in the representation of the concept, could be evidenced in the students' responses and interventions, presenting more structured arguments which incorporated elements from 'More advanced levels' such as justification and counterargument; In addition, it emphasized the appropriation of a scientific language, through the discursive interaction with the teacher and between peers, allowing the reflection, reasoning and approach to science.

This research is a reference to strengthen the teaching / learning processes in the science classroom, which addresses argumentation as a dialogical process, epistemic and discursive order that involve reasoning, objection, discussion and justification of ideas, mediated by

language, to converge in the collective learning of scientific concepts, through the facilitation of argumentative spaces and contextualized situations in such a way that the usefulness, understanding and appropriation of knowledge can be appreciated.

**Keywords:** argumentation in sciences, levels of argumentation, representations of chemistry, chemical change

## **Introducción**

La investigación que se expone en este documento, sustenta su aplicación en el análisis de los procesos argumentativos en el aula, como una herramienta necesaria e indispensable para el aprendizaje, promoviendo la creación de escenarios que privilegian el debate, la participación, el trabajo grupal, la investigación individual y el desarrollo del lenguaje, propios y necesarios para la comprensión y co-construcción del conocimiento científico escolar.

En este marco de ideas, la investigación realizada pretendió comprender las relaciones que se dieron entre la argumentación y el aprendizaje del concepto de cambio químico, enmarcada en una perspectiva de orden cualitativo, de corte comprensivo; para su desarrollo se planearon tres fases; en un primer momento el propósito fue identificar las representaciones y los niveles argumentativos en las respuestas de los estudiantes del grado 5° de básica primaria, de la Institución Educativa Santa Sofía sede La Aurora, en torno al concepto del cambio químico; para ello se diseñó un instrumento tipo cuestionario, de preguntas abiertas sobre situaciones cotidianas donde se evidencie el cambio químico.

En la segunda fase y tras la aplicación y análisis de este primer instrumento, se diseñó y se ejecutó una unidad didáctica con el fin de promover la argumentación; bajo la estructura de ciclos de aprendizajes, propuestos por Sanmartí (2000) quien considera cuatro etapas que son: exploración, introducción de nuevos conceptos, síntesis y aplicación. En esta última etapa de la unidad didáctica, se incluyeron dos espacios argumentativos, con el fin de implicar a las y los estudiantes en los procesos dialógicos en el aula y así promover la argumentación y a su vez favorecer el aprendizaje del concepto cambio químico. En la tercera fase, se aplicó y analizó por segunda vez el cuestionario para identificar cambios, movilizaciones y/o transformaciones en las

representaciones iniciales y en los niveles argumentativos, lo que permitió finalmente interpretar y comprender las relaciones que se dieron entre estas dos categorías.

En lo que respecta al análisis, este se aborda desde los dos ejes centrales del presente trabajo, la argumentación y el aprendizaje del concepto de cambio químico, y las relaciones existentes entre estas dos categorías. En este sentido, se adopta en primera instancia la perspectiva de Johnstone (1993), quien plantea que existen tres aspectos de representación posibles en ciencias, el macroscópico, el microscópico y el simbólico, los cuales están relacionados entre sí. Dichas representaciones fueron identificadas en los estudiantes a los cuales se les aplicó el cuestionario, siendo el de mayor frecuencia la representación macroscópica. Además, es de resaltar, que a pesar, de encontrar solo explicaciones desde el punto de vista macroscópico, los estudiantes presentaron habilidades al identificar los cambios e inclusive identifican la irreversibilidad de dichos procesos.

En relación con la argumentación, el análisis se basó en la propuesta de Erduran, Simon & Osborne en el 2004 y modificada por Ruiz (2015), quien plantean 8 niveles de argumentación; se observó que a pesar, de prevalecer la representación macroscópica, hay una mejor estructuración de los argumentos después de darse la intervención en el aula, es por ello que una gran mayoría de los estudiantes lograron, al final del proceso, incorporar mayor cantidad de elementos en su estructura argumentativa, es decir, que los argumentos finales de los estudiantes, presentaron datos y conclusiones con alguna relación entre estos (propios del nivel 3), lo cual se evidenció de forma relevante en las respuestas dadas por la mayoría de los estudiantes a las preguntas formuladas en el cuestionario inicial y final aplicado, tal como lo muestran sus discursos escritos.

Finalmente, se presentan las conclusiones que se generaron después del proceso de análisis de cada uno de los datos obtenidos en la investigación, y por último se exponen las

recomendaciones para futuras investigaciones y reflexiones sobre la importancia de favorecer la argumentación mediante la apertura de espacios argumentativos dentro del aula de ciencias como estrategia de aprendizaje en la construcción de conceptos científicos.



## **1. Planteamiento del problema**

El lenguaje siempre ha cumplido una función importante en el proceso de aprendizaje, algo a lo que se le ha venido dando importancia durante los últimos años también en las ciencias naturales, por parte de diferentes equipos de investigación interesados por el sistema de comunicación y el discurso en el aula (Jiménez, 2003). A partir de esto, Sutton (1997) define la ciencia como una actividad comunicativa indispensable para el desarrollo de las competencias científicas, que hacen parte de la formación cognitiva de los estudiantes en esta área, las cuales se enfocan en formar alumnos que sean críticos, reflexivos, que planteen argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos, escuchen, expongan puntos de vista y compartan conocimiento, tomando como principio lo afirmado por Jiménez (2003) “El razonamiento argumentativo es relevante para la enseñanza de las ciencias, ya que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza” (p.).

El lenguaje y la comunicación entonces, hacen parte de la interacción docente – estudiantes que son quienes participan del acto educativo. El diálogo, la reflexión, la justificación y el debate pasan a ser elementos fundamentales para el desarrollo de la argumentación y el discurso en el aula, contribuyendo a mejorar los procesos de aprendizaje en ciencias, transformando los conceptos en saberes significativamente estructurados en los estudiantes, para tomar distancia de la transmisión de conocimientos.

La interacción entre los sujetos que integran el proceso educativo, es una plataforma de potenciación de actividades centradas en prácticas argumentativas en el aula. El diseño e implementación de estas actividades permiten el fortalecimiento de las competencias científicas

y comunicativas en los estudiantes, además de facilitar la comprensión significativa y contextualizada de conceptos propios de la ciencia, como es el caso del cambio químico, trabajado en el presente proyecto como insumo para desarrollar la competencia argumentativa.

En concordancia con lo anterior y a razón del bajo desempeño que han tenido en el área de ciencias naturales, evidenciado en los resultados de las pruebas saber de quinto grado (ICFES, 2012; 2014), se ha podido determinar la necesidad de fomentar la argumentación en los estudiantes de la I.E Santa Sofía, sede La Aurora, del municipio de Dosquebradas, ya que esta se ha encontrado ausente del contexto áulico.

La argumentación, siendo una actividad discursiva, social y didáctica como lo afirman Chiaro y Leitao (2005), permite construir modelos del mundo natural y operar con ellos (Jiménez, 2003). Por otra parte, permite la apropiación del conocimiento y el manejo de un lenguaje científico, para que puedan trascender a otros niveles propios de la ciencia, como es el caso de la química, que la perciben como algo extraño y que no la relacionan con su cotidianidad y utilidad para la vida.

Por otro lado, muchos de los conceptos que se manejan como base para la Química, en quinto de primaria, abordan elementos acerca de la materia, su composición y sus cambios, específicamente con el proceso de transformación de la materia conocido como *cambio químico*, el cual es un concepto estructurante para el aprendizaje de otros temas de la ciencia (Caamaño, 2011), como son las reacciones químicas, la cinética y la misma química. De manera que si este concepto es comprendido por parte de los estudiantes de este grado, cuando inicien el ciclo de la básica secundaria les será más fácil entender por qué se dan muchos fenómenos en su vida diaria, mejorando así, la comprensión del mundo. Además, de dar solución a problemas que se les presente.

Por las razones anteriormente expuestas, el propósito de esta investigación se centró en buscar respuesta al siguiente interrogante: ¿cómo se relaciona la argumentación y las representaciones del cambio químico en los estudiantes de grado quinto de la I.E. Santa Sofía sede La Aurora del municipio de Dosquebradas?

## **2. Justificación**

En la actualidad, el área de ciencias naturales se ha preocupado por abordar los contenidos temáticos y los conceptos científicos desde aspectos como el epistemológico, el metodológico y conceptual. Ahora bien, dada la inminente necesidad de ampliar la visión para la promoción de un aprendizaje con un sentido más práctico y menos abstracto en la comunidad a la cual va dirigido.

Cabe resaltar entonces, que se deben replantear las prácticas educativas, atendiendo a nuevas demandas como el fortalecimiento de las competencias científicas y comunicativas, dentro de las cuales se encuentra la argumentación. Esto, para que los estudiantes puedan ser reflexivos y críticos frente a la gran cantidad de información a la que tienen acceso cada día, defender sus ideas, preferencias y saberes, discutir acerca de temas que se relacionan con su cotidianidad y con su entorno, y construir el conocimiento que los formará como ciudadanos competentes, buscando alternativas de solución a problemas de su vida personal y profesional.

De acuerdo con lo anterior, en la enseñanza de las ciencias se propone trabajar desde un enfoque que tome distancia de la enseñanza tradicional, indagando en los estudiantes del grado 5° de básica primaria las representaciones del concepto del cambio químico, para luego ser intervenidos a través de una unidad didáctica que promueva la argumentación, al emplear estrategias como diálogos, debates, confrontaciones, mediante interacción colectiva, orientada a la comprensión de fenómenos de la ciencia, además de transformar esas representaciones que tienen del cambio químico lo puedan comprender y explicar desde las tres perspectivas propuestas por Johnstone (1993), necesarias para producir en ellos una transformación conceptual.

Son muchas las investigaciones que se han dado alrededor de la argumentación en ciencias naturales, aunque no específicamente desde el cambio químico; generalmente las que se encuentran trabajan secundaria y media, es poco común encontrar trabajos en primaria; es allí donde se refleja la pertinencia del trabajo, el cual pretende promover la argumentación a través del aprendizaje del concepto del cambio químico, en los estudiantes del grado 5° de básica primaria. Además, proporciona, estrategias innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos químicos en el aula, ampliando la perspectiva, que por ser ciencias exactas deben mantener parámetros previamente estructurados para su aprendizaje.

Es necesario entonces desarrollar las estrategias pertinentes a partir de actividades discursivas que promuevan la argumentación en ciencias, conllevando a los estudiantes a construir razonamientos más sólidos respecto al conocimiento científico, específicamente del cambio químico, siendo este un concepto estructurante para el aprendizaje de otros temas de la ciencia. Por su parte la argumentación no solo contribuye a la construcción del conocimiento científico, sino que además formará en ellos una actitud crítica y reflexiva que les permitirá afrontar cualquier situación a la que se vean enfrentados.

## **2.1 Objetivos**

### **2.1.1 Objetivo general.**

Comprender las relaciones entre la argumentación y las representaciones del concepto de cambio químico en los estudiantes de grado quinto de la I.E. Santa Sofía sede La Aurora del municipio de Dosquebradas

### **2.1.2 Objetivos específicos.**

- Identificar los niveles argumentativos iniciales y las representaciones de los estudiantes del grado 5° frente al concepto del cambio químico.
- Diseñar una unidad didáctica que promueva la argumentación y facilite la comprensión del concepto de cambio químico.
- Interpretar las transformaciones que se dan en los niveles argumentativos y en las representaciones del concepto cambio químico, tras la aplicación de la unidad didáctica.

### 3. Antecedentes

En las últimas dos décadas, tanto a nivel nacional como internacional, se ha dado un creciente interés por la investigación sobre estrategias utilizadas para promover la argumentación en clase de ciencias naturales, además, la enseñanza del concepto del cambio químico en los diferentes niveles educativos, como la primaria, la básica y en la media. Por otro lado, a pesar de encontrarse un gran número de trabajos en argumentación, como en el desarrollo del concepto del cambio químico, no se encuentra evidencia de investigaciones previas que unan los dos aspectos.

Seguidamente, se presentan las investigaciones encontradas que fueron el punto de partida para el presente proyecto de investigación, cabe resaltar que algunas de las investigaciones citadas a continuación no son muy recientes, puesto que dentro de la búsqueda realizada no fue muy común encontrar este tipo de trabajos que se ajustaran a las características buscadas.

A nivel internacional, se encuentra la investigación de López & Jiménez (2007) en la que se vincula la argumentación como una competencia de la siguiente manera.

Analizar la calidad de los argumentos en los diálogos de los alumnos y alumnas de 4º de primaria sobre qué estudiar en una charca, cómo estudiarlo y qué normas de conducta seguir en el campo para respetar el medio, así como la relación entre las competencias argumentativas y su desempeño cognitivo en el uso del conocimiento biológico (p. 310).

En sus implicaciones destacan la importancia de que los estudiantes puedan decidir lo que les interesa aprender, esto conlleva al diseño de tareas y actividades con situaciones auténticas, que ellos puedan percibir las como reales, lo que favorece el desarrollo de las competencias

argumentativas, pero esto a su vez depende de la participación activa de ellos en su proceso cognitivo.

Otra relación es hallada en la investigación realizada por Dawson & Venville (2010) en una escuela secundaria de genética. Esta investigación examina el efecto de la instrucción en la argumentación sobre la comprensión conceptual de la genética a través de temas socio científico y analiza la argumentación utilizada por los estudiantes, antes y después de la instrucción. El trabajo fue desarrollado en dos grados décimos uno instruido en la argumentación y el otro no y las transcripciones realizadas fueron analizadas con el marco desarrollado por Simon et al. (2006). El análisis de los cuestionarios sobre argumentación del tema socio científico, indica que los argumentos estuvieron mejor estructurados por aquellos estudiantes a quienes se les enseñó sobre argumentación.

De igual forma, la caracterización de la dinámica de la argumentación en un grupo de 5 de primaria para analizar la conversación sobre el crecimiento en plantas, desarrollado por Gómez & Guillaumin (2009) se enfoca en los usos de la evidencia por quienes la plantean y como generan una explicación del fenómeno estudiado. En la conversación identificaron que los estudiantes tienen dificultades para expresar con detalle sus argumentos, pues solo brindan explicaciones limitadas a las características observables del fenómeno; otra conclusión a la que llegaron, es que la argumentación permite afrontar distintos aspectos en la construcción de explicaciones en la clase de ciencias.

En un sentido más amplio se encuentra la investigación desarrollada por Solbes & Furió (2010), en la que se aprecia el trabajo desde la argumentación, además de la vinculación con la química, de la cual hace parte importante el cambio químico. Se implementan debates para la adquisición de capacidades argumentativas, planteadas a partir de las clases de física y química.



Pudieron determinar que los estudiantes tenían un nivel muy bajo en competencia argumentativa oral, llegando a establecer la importancia de potenciar las competencias argumentativas y los debates en las clases de física y química. Además, concluyen que estos mejoraron la actitud de los alumnos más pasivos hacia la ciencia y que los aspectos afectivos influyen en el desarrollo de los mismos. Finalmente, señalan que los libros de texto de química y física no promueven la argumentación.

En el ámbito nacional, se encuentra el trabajo de Tamayo (2012) sobre el pensamiento crítico en los niños de primaria valorado desde tres categorías: solución de problemas, argumentación y meta cognición. Respecto a la argumentación, se determinó que esta se encuentra vinculada con la meta cognición tanto en el plano teórico como en el plano de la acción, pues permite la regulación de manera consciente de los desempeños argumentativos siendo este en uno de los fines de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Además, la argumentación al ser propia del actuar de los humanos es sensible a las motivaciones y los afectos. El poder regular las propias expresiones de afectividad en la elaboración de argumentos facilitan un mejor conocimiento de la cognición del individuo.

Otra investigación, que involucra la argumentación, pero además le agrega otro componente como es la meta cognición, fue la realizada por Sánchez, Castaño & Tamayo (2013), enfocada en describir cualitativamente la categoría argumentación meta cognitiva en estudiantes de básica secundaria. Este trabajo se caracteriza por reunir estos dos componentes que se han trabajado anteriormente en forma independiente. Los estudiantes lograron realizar procesos meta cognitivos al planear, ejecutar y evaluar sus argumentos desde el sentir-pensar- actuar. En cuanto a la argumentación meta cognitiva pudieron determinar que de acuerdo al conocimiento que tenían los estudiantes de los temas tratados en los debates, mayor era la seguridad durante sus

intervenciones, lo cual influyó en el desempeño argumentativo. Justificaron sus argumentos desde sus concepciones científicas, sociales, ambientales, religiosas y económicas.

Resulta oportuno señalar el trabajo realizado por Pinzón (2014), siendo un importante referente local, cuyo trabajo está orientado a establecer la relación entre la argumentación y la constitución del pensamiento crítico en el dominio específico de la química en estudiantes de grado once, a través de la aplicación de una serie de intervenciones didácticas como complemento a las temáticas de las leyes de los gases y ecuación de estado de los gases ideales. En consecuencia encuentra la relación cuando los estudiantes reconocen el contexto económico, social y cultural en el cual viven, la realidad que los rodea, es decir cuando reflexionan y describen las características de su contexto específico, siendo esto un elemento importante del pensador crítico para la toma de decisión consciente y racional, donde están presentes los procesos argumentativos.

En relación con el concepto del cambio químico, específicamente, cabe resaltar el trabajo realizado por Merino & Izquierdo (2011), que apunta a la modelización de este concepto. Definieron entonces, que una actividad científica es competente, cuando involucra a los estudiantes para que pongan a prueba sus capacidades cognitivas: pensar, hacer y comunicar de manera coherente; para ello deben representar de manera simbólica las situaciones experimentales en las que están interviniendo, logrando hacer química y aplicar los conocimientos científicos a su propia realidad.

Por otra parte se encuentra la propuesta didáctica para la enseñanza de la química básica en Educación Primaria, expuesta por Martínez (2015). En este trabajo el concepto clave de esta disciplina, es el cambio químico. Para llevarlo a cabo, el trabajo lo realizaron desde una química básica, para asentar en el estudiante unas ideas elementales y claras de la ciencia. De acuerdo con

la propuesta de esta investigación se estableció que uno de los factores más importantes fue la metodología activa y participativa, basada en el trabajo cooperativo, pero a la vez se destaca el trabajo autónomo y eficaz en la producción del conocimiento.

En el medio nacional se encuentra, una investigación desarrollada con estudiantes de grado 8° que plantea diferentes estrategias metodológicas para que los estudiantes puedan diferenciar entre un cambio químico y cambio físico a partir de acontecimientos cotidiano. Esta investigación realizada por Zapata & Restrepo (2004) obtuvo como resultado la comprensión por parte de los estudiantes, de las diferencias entre los cambios físicos y químicos de la materia. Consideraron, que las ideas previas de los estudiantes acerca de los cambios físicos y químicos de la materia, se pueden modificar cuando en el aula se trabaja a través de demostraciones cotidianas y de laboratorio, que los lleve a analizar y a comparar lo que observan con lo que piensan.

Finalmente una referencia en relación con lo anterior, es el diseño de una unidad didáctica desde la perspectiva histórica para la construcción de concepto del cambio químico en estudiantes de educación media, desarrollado por, Herrera (2012) expone la importancia que tiene el cambio químico para el proceso de enseñanza aprendizaje de la química. Dentro de las implicaciones de este trabajo, se observa que los docentes presentan productos terminados sobre el concepto investigado, lo que ocasiona, que los estudiantes no logren identificar cuando una sustancia sufre una transformación química. Por esta razón, la investigación se centró en la evolución histórica del concepto a enseñar pretendiendo hacerlo comprensible para la población a quien iba dirigido.

A partir de estos antecedentes se refleja la necesidad de investigar sobre la argumentación en química, al evidenciar que hay pocos trabajos propios de esta área que consideran la

argumentación como una competencia fundamental para la construcción del conocimiento científico y específicamente en el cambio químico como parte central del presente proyecto de investigación, para lo cual no se hallaron evidencias. El trabajo de las competencias argumentativas en química, les permitirá a los estudiantes alcanzar mayores niveles de abstracción y comprensión sobre los conceptos químicos para utilizarlos en la vida diaria.

## **4. Referente teórico**

La presente sección se ha estructurado en dos partes, en primer lugar se habla de la argumentación, como una dimensión del pensamiento crítico el cual es el objeto de las didácticas de las ciencias, y en segundo lugar, sobre los elementos históricos y epistemológicos del concepto cambio químico y sus representaciones, identificadas en la literatura.

### **4.1 Argumentación.**

En un recorrido histórico de la argumentación, se encuentra que en el siglo XIX se movía en tres dimensiones: La lógica (el arte de pensar bien), la retórica (el arte de hablar bien), la dialéctica (el arte de dialogar bien) (Plantín, 2012). La argumentación retórica se enfocaba en la construcción y ordenación de argumentos para comunicarlos en los diferentes eventos políticos y sociales; en el siglo XX fue apartándose de la retórica y tomando autonomía a partir de 1958, cuando se publicó en Francia “El Traité de l’argumentation”, de Chaïm Perelman y Lucie Olbrechts-Tyteca; en esta obra, “el acento está puesto sobre el término argumentación” (Martín, Mejía & Hernández, 2013).

Aparece en el mismo año Toulmin con los usos de la argumentación, quien propone un modelo argumentativo como crítica a la lógica formal de Aristóteles, al igual que las obras de Perelman & Olbrechts-Tyteca (1958); Reike & Janik (1979), quienes dieron origen a la teoría moderna de la argumentación (Pinochet 2015). Para Toulmin (2007), la lógica no debe constituirse en una ciencia cuyo objetivo no sería establecer las leyes de razonamientos, sino las reglas de la argumentación, como a manera de recomendaciones para quienes quieran argumentar bien.

La propuesta Toulminiana define la argumentación como un proceso que permite la construcción social y la negociación de significados, a través de la dinámica del diálogo, en la cual, para mantener una aseveración, una conclusión o un punto de vista se deben exponer razones, para enfrentar objeciones acerca de la relevancia de éstas y tal vez modificar esta aseveración o tesis inicial (Henao & Stipcich, 2008).

En su obra “The uses of argument” Toulmin (2007) propone unos patrones para determinar la validez de los argumentos a través de tres componentes básicos: **D**, **C** y **G**, donde **D**: Corresponde a los datos, antecedentes, información o hechos, de los cuales se dispone para dar fundamento a **C**: que son las conclusiones, además cuenta con **G**: garantías, que son la base justificatoria del argumento, dan cuenta del paso de **C** hacia **D** es adecuado y legítimo.

Además de los componentes esenciales, el modelo puede incluir el **Q**: Calificador modal, que le da el grado de veracidad o no al argumento. Algunos calificadores modales son: Siempre, probablemente, a veces... **R**: refutaciones, que son las restricciones que se le pueden aplicar a **C**, es decir las condiciones en las que **C** no sería válida y **S**: El sustento o apoyo de las garantías.

De acuerdo a lo anterior se observa la importancia que ha tenido la argumentación desde tiempos antiguos hasta la actualidad, donde ya hace parte de los procesos cognitivos que se dan en el aula desde la construcción discursiva del conocimiento, lo cual se lleva a cabo entre los alumnos y el maestro, como lo afirma Candela (1993), siendo evidente la importancia del lenguaje y la argumentación en la enseñanza de las ciencias lo cual ha sido reconocido hace más de una década por Lemke (1990); Sutton (1997); Jiménez-Aleixandre, (1998), (citados por Chamizo, 2007) defendido por Driver (1985) quien argumenta que “El objetivo central en la educación en ciencias es persuadir a los alumnos a buscar evidencias y razones para las ideas que

tenemos y considerarlas seriamente como guías para la certidumbre y la acción (p. 291)”  
(Chamizo 2007).

El razonamiento anterior concuerda con la definición del conocimiento como un producto de la interacción social y la cultura, en la que los procesos psicológicos superiores (comunicación, lenguaje y razonamiento...) se adquieren primero en un contexto social para luego interiorizarse según Vygotsky (citado por Carretero, 1997). Desde esta perspectiva se denota la importancia que tiene el lenguaje en el proceso de enseñanza – aprendizaje; es el medio a través del cual nos representamos a nosotros mismos y a nuestros propios pensamientos, además es el principal instrumento cultural, utilizado para compartir experiencias. Es así como las futuras generaciones conocerán las experiencias de sus antepasados, como lo afirman Coll & Edwards (1996). En consecuencia la educación tendrá que ser un proceso discursivo, cuyo éxito estará determinado por las interacciones docentes – estudiantes y la contextualización de los saberes. Para estos autores educarse equivale a ser capaz de comprender y participar en una sociedad.

Se puede apreciar entonces una gran relación con la argumentación, la cual ha sido definida como una actividad social por Driver, Newton y Osborne (2000), apoyándose en el lenguaje y la comunicación para la construcción del conocimiento científico como la afirman Cazden (1991), Sutton (1997), Jiménez (2003) y Ruiz & Márquez (2014). En este sentido se puede definir la argumentación como un proceso discursivo que da lugar al razonamiento y al aprendizaje en ciencias a través del lenguaje, especialmente el lenguaje hablado, porque el aprendizaje se demuestra a través de éste, como lo afirma Jiménez (2003).

De acuerdo a las concepciones anteriores se puede deducir la relación que tiene la argumentación con el aprendizaje, como lo afirma Kuhn (1993), quien destaca los procesos discursivos en el aula, los cuales intervienen en la construcción del conocimiento, donde el

lenguaje tiene un papel fundamental en este proceso. La implementación de la argumentación como un proceso discursivo en clase de ciencias, permite la interacción entre los participantes del acto educativo, además hacer ciencia implica razonar, discutir, defender y justificar ideas, tomar posturas críticas, lo que hace parte de las competencias comunicativas. Un aprendizaje enfocado desde esta perspectiva conlleva al desarrollo del pensamiento, que sería finalmente el objetivo de la educación. Para Toulmin la calidad de los procesos de enseñanza de las ciencias no debe valorarse por la exactitud con la que se manejan los conceptos, sino, por las actitudes críticas con la que los estudiantes aprenden a juzgar aun los conceptos expuestos por los profesores, Henao & Stipich (2008).

El lenguaje entonces ha sido utilizado por la ciencia como un sistema interpretativo, para generar una nueva comprensión de los hechos o como un sistema de etiquetaje para transmitir información conocida (Sutton, 1997), pero es evidente como el lenguaje debe ir mucho más allá de eso, debe permitir la interacción comunicativa, el intercambio de ideas, las cuales son debatidas y puestas en consideración para llegar finalmente a un consenso, lo cual es la manifestación de la argumentación dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, fundamental en la construcción del conocimiento científico.

Desde los razonamientos anteriores se puede apreciar la importancia de la argumentación en la vida social actual, por lo que se ha convertido en un objetivo de la enseñanza tanto en la educación básica primaria como secundaria (Dolz, Cl & E, 1995). Los estudiantes están inmersos en un mundo y una sociedad de la persuasión, que influyen en el pensamiento de las personas, a través de los medios de comunicación. Por ello es importante que estos aprendan a expresar y a defender sus ideas tanto en forma oral como escrita; teniendo en cuenta que se están formando



para hacer parte de una sociedad democrática y participativa, en la que podrán actuar de forma crítica y responsable.

En conclusión la argumentación ha hecho parte del aprendizaje de forma implícita, a través de los tiempos, de acuerdo a los autores referenciados, quienes se han focalizado a investigar sobre este tema. De esta manera se evidencia la necesidad de promover la competencia argumentativa en el aula, cuya finalidad es canalizar el pensamiento de los estudiantes a través del lenguaje oral y escrito.

#### **4.1.1 Argumentación en ciencias.**

En aras de una transformación en las prácticas educativas, acorde con los lineamientos políticos actuales para la formación de los futuros ciudadanos, cuyo desarrollo se está gestando en la era de las tecnologías de la información y la comunicación, es inminente recurrir a nuevas estrategias que orienten el estudiante en este mundo de información que lo rodea, para que sean críticos frente a la necesidad de elegir la información más relevante para su vida y la veracidad de la misma, así mismo, en la construcción de sus estructuras mentales y el conocimiento científico. En esta perspectiva los objetivos de la enseñanza en ciencias, el aprendizaje de conceptos, modelos, el desarrollo de destrezas contribuyen a la formación de la cultura científica, siendo la clase una comunidad donde se gesta y usa el conocimiento (Aleixandre, 2003).

De acuerdo con los planteamientos anteriores se puede Driver, Newton & Osborne (2000) definen la argumentación como una actividad inherente al ser humano y a la vida en sociedad, quienes consideraban esta, como una práctica humana, bien se sea individual o social, la cual está influenciada por características propias de la época y la cultura. La argumentación ha hecho parte de diferentes profesiones y oficios siendo utilizada para defender las ideas o puntos de

vista, convencer o vender productos; pero a pesar de esto, es necesario destacar que existen unas particularidades para cada disciplina, en este caso la importancia recae en la influencia que ejerce la argumentación en la clase de ciencias naturales, siendo el aula una comunidad de aprendizaje como lo afirma Ruiz (2013) donde los estudiantes se aproximan al conocimiento científico a través de los procesos discursivos que se presentan entre ellos y el profesor, quien tiene un papel de orientador y mediador en estos procesos.

En este mismo sentido la argumentación es relacionada como una práctica discursiva, que propicia del desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas, dando lugar a la construcción del conocimiento científico escolar. Es importante también tener en cuenta que uno de los fines de la investigación científica es lograr la comprensión de la naturaleza a través de la generación de datos y conclusiones, además de la relación que se presenta entre ellos y evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes (Jimenez, Bugallo, Duschl, 2000); desde esta perspectiva la argumentación se convierte en una actividad relevante en la enseñanza de las ciencias dando lugar al conocimiento científico, además de hacer parte de una de las dimensiones del pensamiento crítico, consecuente con la afirmación de Jiménez (2010) “argumentar contribuye a aprender a aprender”.

Cabe destacar también que la argumentación hace parte de la cultura científica como lo exponen Jiménez & Díaz (2003), en relación a tres procesos: La generación de conocimientos, la evaluación y la comunicación de este, lo cual no solo implica la utilización de un lenguaje científico sino la construcción misma de nuevos conocimientos. Por otro lado, Osborne et al., (2004), exponen que no se espera que la escuela desarrolle el mismo nivel argumentativo que a nivel científico, pero sí que los profesores y estudiantes reconozcan que las ideas científicas son producto de actividades cognitivas y sociales, elementos que se vinculan con la argumentación,

lo que pone de manifiesto el papel fundamental que esta tiene en las ciencias (Jiménez & Díaz, 2003).

Es común encontrar en los estudiantes dificultades para la ordenación de ideas y construcción de un texto de carácter científico, tienden a utilizar un lenguaje coloquial y no los términos adecuados de uso científico; esto puede deberse a dos razones, una a las dificultades desde la parte conceptual y la otra podría ser de orden lingüístico (Sanmartí & Sardá 2000). De acuerdo a esto es evidente la necesidad de trabajar la argumentación en ciencias para que logren superar estas dificultades, que puedan expresar sus ideas coherentemente tanto en forma oral como escrita, que los lleve a construir argumentos bien estructurados y significativos, lo que necesariamente se verá reflejado en su evolución conceptual en relación a las ciencias.

Desde esta perspectiva se puede concluir que el conocimiento científico y la argumentación les brindan a los estudiantes la posibilidad de participar en la sociedad desde una perspectiva crítica, que no se limiten a reproducir lo que ya se ha hecho, sino que puedan plantear nuevas situaciones y cuestionamientos, que construyan argumentos coherentes; para esto deben hacer uso de la información a la que tienen acceso, generalmente encontrada en internet, para lo cual deben analizarla críticamente, saber quién la ha escrito y con qué finalidad, para que puedan decidir aquella que sea relevante y confiable e integrarla a los conocimientos previos que tienen del mundo (Sanmartí, Pipitone & Sardá, 2009).

#### **4.1.2 Niveles argumentativos.**

El desarrollo de la competencia argumentativa como proceso discursivo en clase de ciencias, involucra a los estudiantes a través de la implementación de diferentes estrategias para llevarlos

al razonamiento en la construcción del conocimiento científico, externalizándolos a través de sus argumentos, lo cual refleja la importancia de medir, evaluar y mejorar permanentemente este proceso (Henao & Stipcich, 2008). En este propósito se requiere del uso de una estructura argumentativa que permita hacer un seguimiento a la evolución de este proceso, para lo cual se tomaron en cuenta los siguientes planteamientos:

Como punto de partida se encuentra la perspectiva de Toulmin (2007), quien expuso que hay partes de los argumentos que son generales para todos los campos del conocimiento y existen unas particularidades para cada campo. Los argumentos son un conjunto de razones que se dan a favor o en contra de una aseveración, cuando esto se pone en duda, se pueden presentar hechos para demostrar lo que se dijo. Este autor proporciona el primer esquema que permite valorar la calidad de los argumentos.

Mientras Toulmin asume la argumentación como un acto de comunicación de datos, afirmaciones y justificaciones, donde la importancia radica en la estructura de los argumentos, autores como (Jiménez & Díaz 2003, Sutton 2003, Erduran et al., 2004, Henao & Stipcich 2008) toman la argumentación como un proceso social y dialógico de presentación de evidencias, Ruíz, Tamayo & Márquez (2013).

Además la argumentación es considerada fundamental en el desarrollo de las competencias básicas y objetivos generales de la educación, concretándose en la formación del pensamiento crítico y la cultura científica como lo expone Aleixandre (2010), quien define la argumentación desde el plano de las ciencias, considerándola como la capacidad de evaluar los enunciados en base a pruebas, haciendo énfasis en la necesidad de que las conclusiones deben estar justificadas, es decir, soportadas por pruebas. Para esta autora las pruebas permiten distinguir las conclusiones sustentadas en datos, elegir entre varias teorías, confirmar predicciones y evaluar

afirmaciones desde distintas fuentes, dando lugar a la construcción del conocimiento científico, permitiendo determinar aquello que es cierto o es falso.

En consideración al planteamiento anterior, se hace necesario aclarar la estructura que componen los argumentos para Jiménez (2010), como son las conclusiones, pruebas y justificaciones, además de estimar otros elementos auxiliares. Define la conclusión como un enunciado de conocimiento que se puede probar o refutar; la prueba es la observación, hecho o experimento que se utiliza para evaluar el enunciado, aclara que para Toulmin es un dato, pero considera que aunque parezcan sinónimos, existe una clara diferencia entre ambos, un dato es simplemente una información, mientras que la prueba es aquello a lo que se apela para demostrar la veracidad de un enunciado; la justificación es el elemento que relaciona la conclusión o explicación con las pruebas, mientras que para Toulmin, la justificación o garantía es el paso de los datos a la conclusión.

Por su parte Erduran et al., (2004) hacen mención a numerosos estudios que se han focalizado en el análisis del discurso argumentativo en el contexto educativo, durante las últimas décadas, citando algunos de estos autores: Driver, Newton, & Osborne (2000); Duschl, Ellenbogen & Erduran (2004); Forman (1992); Kelly & Takao (2002); Jiménez-Aleixandre, Rodríguez, & Duschl (2000), además destacan la importancia del discurso en la adquisición del conocimiento científico, siendo la argumentación parte esencial de este proceso, que debe ser apropiada por los niños(as) y enseñada explícitamente, a través de una instrucción y estructuración de actividades adecuadas para tal fin.

El trabajo desarrollado por Erduran et al., (2004), tienen como primer objetivo el desarrollo y uso de los patrones del argumento de Toulmin, quien los define como una herramienta para cuantificar y cualificar la argumentación en el discurso de la clase de ciencias; ellos adaptan y

desarrollan un marco analítico de estos patrones para evaluar la calidad de la argumentación, compuesto por 5 niveles, con unos indicadores específicos para cada uno de ellos, los cuales permiten determinar el nivel argumentativo de quienes hacen parte de estos procesos discursivos, siendo el nivel 1 el más bajo, en el cual solo se aportan afirmaciones, en el nivel 2 se cuenta con garantía o apoyos, en el nivel 3 se puede apreciar una refutación leve, ya en el nivel 4 se puede identificar una clara refutación y el nivel 5 siendo el máximo nivel alcanzado, se puede encontrar más de una refutación.

En estudios más recientes, en el ámbito nacional, Ruíz (2015) adapta las teorías de la argumentación al contexto colombiano, considerándolas indispensables para una apropiación de la cultura científica; sostiene que la argumentación es una forma de los estudiantes hacer públicos sus razonamientos y procesos de pensamiento, además de potenciar en ellos actitudes y valores. Retoma el marco analítico propuesto por Erduran et al., (2004), aumentando el número de niveles a 8 con sus respectivos indicadores, con el propósito de evaluar la calidad estructural de los argumentos de los estudiantes. Estos niveles son tomados en forma secuencial y ascendente, de tal manera que el nivel 1, es valorado como el más bajo en argumentación, en el cual solo se identifican datos o conclusiones, mientras que el nivel 8 sería el nivel más alto, en el cual se pueden apreciar datos, conclusiones, justificaciones, respaldos, contraargumentos y cualificadores con coherencia entre ellos.

La propuesta de Ruiz busca establecer las relaciones que se presentan entre los elementos argumentativos (Datos, conclusiones, justificaciones, refutaciones, contraargumentos...), las cuales se pueden apreciar en el esquema que se presenta más adelante en la metodología, de igual manera se verán reflejadas en el análisis de las respuestas aportadas por los estudiantes tanto en el cuestionario inicial como en el final, los cuales fueron aplicados para determinar el

nivel inicial de argumentación y el nivel alcanzado respectivamente, luego de la intervención (Unidad didáctica). Cabe resaltar que este trabajo aún se encuentra en proceso de validación.

#### **4.2 Epistemología del cambio químico.**

La conceptualización del cambio químico, proviene de la química misma y de su evolución histórica como lo plantea Pozo (1998) Citada por Merino&izquierdo (2009), quienes abordan el concepto desde tres enfoques: Desde un enfoque microscópico, definen el cambio químico en forma cualitativa como una transformación de la identidad de las sustancias desde su composición y conservación de sus elementos y desde una visión cuantitativa en donde las sustancias iniciales son constantes mientras que las mezclas son variables. Desde un enfoque atómico-molecular explican el cambio químico como una transformación en la forma de organizarse los átomos de los elementos, dando como resultado una nueva sustancia. En un tercer enfoque lo toman desde la teoría cuántica, en la cual el concepto clave sigue siendo el átomo pero visto desde su estructura electrónica. En un cambio químico se hablaría de una interacción entre los átomos donde se rompan y forman nuevos enlaces.

De acuerdo a los planteamientos anteriores se puede determinar que el hombre a través del tiempo siempre se ha preguntado acerca del origen, composición y cambio de los materiales que se encuentran en la tierra. Una de las concepciones aceptadas fue el modelo Aristotélico-escolástico propuesto por los filósofos griegos, estuvo vigente hasta el siglo XVI. Este modelo planteaba que el mundo terrestre era impuro porque estaba compuesto por mezclas de cuatro elementos, mientras que el mundo celeste era puro porque estaba formado por un único elemento, el éter. Gil (1981), citado por Domínguez & Furió (2007).

Pero la química tuvo su origen desde tiempos más remotos, cuando los primitivos tuvieron la oportunidad de observar cómo había objetos que no cambiaban como las piedras y otros si, como sucedida cuando los rayos incendiaban los bosques, también las frutas y los animales que cazaban se descomponían y olían mal. Este tipo de cambios fundamentales en la estructura de la materia, es a lo que hoy se le llama cambio químico. Estos cambios el hombre los pudo utilizar para su beneficio, fue lo que sucedió cuando pudo crear y sostener el fuego. Esto trajo consigo otros cambios, cuando descubrieron que los alimentos podían cambiar tener otro sabor si los acercaban al fuego, cambiaban de color y textura, también el barro al entrar en contacto con el fuego lo podían manipular y formar vasijas o bloques como ladrillos, este fue el surgimiento de otras alteraciones químicas, Asimov (1975).

El descubrimiento de los metales y su propiedad de maleabilidad, proporcionó al hombre la forma de crear otras herramientas, arma, recipientes y todo tipo de objetos que facilitaban su vida diaria. En el año 6000 a. d C., los griegos se preocuparon más de el por qué sucedían las cosas y no tanto por el desarrollo tecnológico, fueron los que dieron lugar a la teoría química. Tales de Mileto (aproximadamente 640-546 a. de C) se preguntó si una sustancia se podría convertir en otra mediante un número determinado de pasos, entonces las sustancias serían diferentes aspectos de la misma materia básica, la cual dijo Tales que era el agua. Heráclito dijo que el fuego, Anaxímenes el aire y Empédocles la tierra, pero Aristóteles (384-322 a. de C) dijo ¿y por qué no los cuatro?, añadió que cada elemento tiene unas características específicas, además agrega un quinto elemento antes mencionado, el éter, como compuesto único del cielo, relativo a la luminosidad de los cuerpos celestes Asimov (1975).

El arte de la khemeia, termino relativo a la química, vinculado con la alteración de las sustancias, cuyo representante más destacado fue Bolos de Mendes, cuyo interés principal



radicaba en el cambio de un metal en otro, específicamente plomo o hierro en otro, (transmutación). Esto abrió paso a la búsqueda del oro, tratando de convertir hierro gris en oro amarillo, lo que se conoce como alquimia. El célebre alquimista musulmán fue Jabir ibn-Hayyan (aproximadamente 760-815 d. de C), se especializó en la transmutación de los metales, quien sostenía que todos los metales estaban formados por la mezcla de mercurio y azufre, por lo tanto para formar el oro, debía hallar algún material que permitiera al mercurio y al azufre mezclarse. Determinaron que esa sustancia activadora de la transmutación podría ser un polvo seco, llamados por los griegos el Xerión, pero los árabes le llamaron el Elixir, en Europa fue llamado la piedra filosofal, Asimov (1975).

Para el siglo XVII la alquimia entra en decadencia, surge un químico inglés llamado Robert Boyle, quien separa la química de la alquimia, conocido como el fundador de la química moderna, dando inicio al método científico. Gracias a sus ideas el atomismo empezó a ganar importancia. Por ese mismo tiempo surge otro cuestionamiento para los químicos, ¿cuál era la naturaleza del fuego?, ¿Cuál era la naturaleza de la combustión? En 1669, un químico alemán, Johann Joachim Becher (1635-82), propuso el principio de la inflamabilidad, más adelante “el químico y físico alemán Georg Ernest Stahl (1660-1734), propuso un nombre aún más nuevo para el principio de la inflamabilidad, llamándole flogisto, derivada de una palabra griega que significa hace arder”. Aseguraba que todos los elementos combustibles eran ricos en flogisto, como en el caso de la madera, pero que sucedía lo contrario con otros materiales, Asimov (1975). En 1775 Lavoisier, desvirtuó la teoría del flogisto cuando dedujo que la parte del aire responsable de las combustiones era el oxígeno.

En el siglo XVII Boyle, filósofo mecánico, afirma que los materiales terrestres estaban formados macroscópicamente por (mezcla de sustancias), o por una única sustancia, o un cuerpo

sin mezcla (sustancia simple), (Holton y Roller, 1963), citados por Furió & Dominguez (2007).

Para hablar de una concepción atomista de los cambios químicos se tuvo que superar las dificultades respecto al concepto macroscópico de sustancia y compuesto químico, presentados en el siglo XVIII, hasta llegar al modelo atomista del siglo XIX, Dominguez & Furió (2007).

En 1803 John Dalton propuso su nueva teoría atómica, sostenía que la materia estaba formada por pequeñas partículas llamadas átomos, los cuales los consideraba indivisibles e invariables. Estos átomos no podían observarse con el microscopio, la observación directa era imposible, pero las medidas indirectas podían aportar información sobre sus pesos relativos, a consecuencia desarrolla la tabla de los pesos atómicos. Este descubrimiento termina definitivamente con la transmutación en relación a la alquimia. Asimov (1975). Marie Sklodowska Curie (1867-1934) y su esposo el francés Pierre Curie, físico notable, desarrollaron la teoría de la radioactividad, en 1903 ganaron el premio nobel de la química por los trabajos que realizaron en éste campo.

Los avances en la química han sido desarrollados y utilizados por el hombre en su propio beneficio, para mejorar las condiciones de vida, como es el caso de los medicamentos, las vacunas, antibióticos, la medicina en general, donde se encuentra directamente el cambio químico. Otro de los grandes retos que enfrenta la química moderna es colaborar en la disminución de contaminantes del medio ambiente para evitar los efectos colaterales que estos traen como el cambio climático entre otros.

#### **4.2.1 Representaciones del cambio químico.**

Todas las personas tienen una forma de interpretar y representar los fenómenos que ocurren en su contexto. Estas representaciones mentales son construcciones hipotéticas del sujeto, que

son utilizadas para dar solución a problemas de cualquier ámbito, ya sea educativo, familiar o laboral (Tamayo & Sanmartí, 2003). Estos modelos son el resultado de la percepción, la interacción social o la experiencia interna de los sujetos (Moreira, 1996, p. 98) y la identificación de estos modelos mentales en los estudiantes, facilita el diseño y desarrollo de la intervención de aula para la promoción de experiencias de aprendizaje que permitan la evolución de estos modelos mentales a los conceptuales, entiendo modelo conceptual como aquellas representaciones externas, precisas, completas que posee y comparte una comunidad científica (Moreira 1998, p. 112-113).

Desde esta perspectiva conceptual se encuentra la química, que ha sido desarrollada a lo largo de la historia a la par con la cultura, la ciencia y la tecnología, aunque en un principio no se le reconociera como tal, gracias a esta se ha logrado comprender la materia y sus transformaciones (las cuales son el objeto de estudio de dicha ciencia) y de esta manera poder intervenirla y manipularla, lo que ha permitido todo el avance tecnológico que hoy conocemos. Por tanto, se debe llevar a los estudiantes a trascender de sus concepciones intuitivas de los fenómenos naturales, al manejo de conceptos químicos que le aportarán respuestas más acertadas a sus cuestionamientos, además de buscar soluciones a los problemas de su entorno (Izquierdo et al, 2009).

Tal como lo plantea Caamaño (2011) la estructura conceptual de la química está fundamentada en una serie de conceptos básicos como: la materia, material, sustancias simples, elemento, compuestos y mezcla. Así mismo, se encuentra el concepto de cambio químico, el cual resulta ser la columna vertebral para el aprendizaje de otros contenidos en la enseñanza de las ciencias. Este concepto encierra un alto grado de complejidad y con ello dificultades a la hora de su enseñanza, lo que lo ha llevado a ser el foco en las investigaciones en la didáctica de las

ciencias durante varios años. Dichas investigaciones han encontrado diferentes dificultades en el aprendizaje de este concepto y las han relacionado como uno de los problemas en el aprendizaje de la química en los niveles de básica secundaria.

Una de esas dificultades hace referencia a la forma subjetiva que tienen los estudiantes en la percepción y comprensión el mundo que los rodea, pues según Perales & Cañal (2000) estas percepciones se vinculan estrechamente con las representaciones mentales y sociales que han forjado a lo largo de sus vidas y que se traducen o configuran en concepciones alternativas que tienen sobre los fenómenos. Perales & Cañal (2000) citan a Puigcerver y Sanz (1998) quienes clasifican estas concepciones en espontáneas, que son de carácter intuitivo, son las ideas que interiorizan a partir de las experiencias físicas. Cuando buscan dar respuesta a un fenómeno, acuden a las representaciones o imágenes que se han formado a partir de los sentidos (Pozo & Gómez 1998).

En este sentido y específicamente en el campo del aprendizaje de la química, se han identificado dificultades en la comprensión de conceptos como: diferenciación de sustancia pura y elemento, tras la generación de explicaciones basadas en el aspecto físico de las sustancias implicadas a la hora de establecer las conservaciones tras un cambio de la materia (Moraga, 2013) y la indiferenciación entre cambio físico y cambio químico, atribución de propiedades macroscópicas a átomos y moléculas, dificultades para comprender y utilizar el concepto de sustancia, dificultades para establecer las relaciones cuantitativas entre: masas, cantidades de sustancias, número de átomos (Pozo & Gómez, 1998),

De acuerdo a Sanmartí (2002), citada por Moraga (2013) otro de los factores importantes a la hora aprender ciencias que dificultan el aprendizaje son las estrategias de razonamiento, características del sistema cognitivo de las personas. Uno de los utilizados con más frecuencia es

la causalidad pues se tiende a relacionar a dos variables o dos ideas otorgando, a una el valor de causa y la otra el valor de efecto, por ejemplo, algunos alumnos relacionan el sabor dulce del azúcar con la posibilidad de que sus átomos tengan ese sabor.

Estas dificultades de aprendizaje, vendrían determinadas por la forma en que el alumno organiza sus conocimientos a partir de sus propias teorías implícitas sobre la materia. Por lo tanto, la comprensión de las teorías científicas implicaría superar las restricciones que imponen las teorías implícitas que mantienen los estudiantes a partir de supuestos subyacentes de carácter epistemológico (qué pasa), ontológico (qué tengo) y conceptual. (Pozo & Gómez, 1998). Según Gabel (1998), citada por Perales y Cañal (2000), “Las principales dificultades que se presentan en la comprensión del complejo mundo de la química pueden deberse a incomprensiones en las interpretaciones macroscópica y/o microscópica de los fenómenos químicos y también a la falta de relación entre estos dos niveles de interpretación de la materia”.

En este sentido Izquierdo & Bravo (2003), citados por (Merino & Izquierdo, 2009) proponen en la enseñanza de la química el modelo de cambio, en el cual se tiene en cuenta el equilibrio entre lenguaje y preguntas, el experimento es un componente práctico y se reivindica el estudio de los fenómenos desde una perspectiva disciplinar, pues en este modelo se tiene en cuenta la interacción entre lenguaje, experimento, acción y representación. (Ruiz, 2013).

Otro aspecto a tener en cuenta es el fundamento epistemológico, que contribuye a la comprensión de la ciencia, partiendo de la reflexión de cómo se ha construido el conocimiento científico, esto hace que la ciencia se conciba como una actividad humana y accesible, puesto que es una construcción en colectivo Tecnología, C. d. (2008). Es importante conocer las representaciones mentales que tienen los estudiantes con respecto al concepto de cambio

químico, como punto de partida para facilitar la evolución conceptual encontrar metodologías de enseñanza más eficaces (Tamayo & Sanmartí, 2009).

Cabe resaltar como lo afirman Viennot, (1979) y Driver (1985) la importancia en reconocer las concepciones previas de los estudiantes como punto de partida, para profundizar en el conocimiento de los elementos que dificultan o facilitan la evolución conceptual; aunque en la realidad del aula, existe una gran distancia entre la visión de los estudiantes y la visión de los expertos; por esto, la necesidad de promover la utilización de los modelos explicativos entendidos como “complejos, sistémicos, dinámicos, presentan múltiples escalas, relaciones en el espacio y el tiempo, y presentan multicausalidad y multiefecto” (Márquez, Roca, Gómez, Sardá y Pujol, 2004, p. 71), para que sean el punto de referencia y de partida para lograr un cambio conceptual en los estudiantes.

Dada la importancia que tienen los modelos explicativos en el aprendizaje de las ciencias naturales, se hace necesario establecer la diferencia entre dos modelos como son: los mentales y los conceptuales. Según Moreira, Greca & Palmero (2002) los modelos mentales son aquellos con los cuales operan cognitivamente las personas, lo que les permite entender un fenómeno físico o natural, explicarlo y hacer previsiones con respecto a él; mientras que los modelos conceptuales son aquellos proyectados por científicos, ingenieros, profesores para facilitar la comprensión y enseñanza de estos fenómenos. Esas dos vertientes deben llegar a un acercamiento (Duit, 1993; citada por Moreira, Greca & Palmero, 2002), pues conocer las representaciones internas permite entender mejor el proceso de construcción, evolución y cambio de esas representaciones; lo cual sería la finalidad de este proyecto.

En consecuencia, para la comprensión de los estudiantes con respecto al concepto de cambio químico, Johnstone (1993) afirma que ellos deben pasar por tres niveles de representación,

calificando el ultimo como más complejo: macroscópico, microscópico o sub microscópico y el simbólico, a lo cual le da el nombre de triángulo químico, expone que todos los químicos trabajan con una mezcla de modos macro, submicro y representacionales, desde los cuales se pueden interpretar los fenómenos que ocurren alrededor. Al tratar de enseñar al estudiante los conceptos de elemento y compuesto, simultáneamente se les debe enseñar los subconceptos micro de átomo y molécula, también que puedan representar todo eso por símbolos. El autor sostiene que esto le toma a los estudiantes mucho más tiempo para aprender los conceptos pero, pero que una vez que lo hayan incorporado en su memoria a largo plazo, lo podrán usar de una forma poderosa para ver el mundo.

Ampliando un poco el planteamiento anterior se hace necesario especificar lo que para Johnstone (1993) significa las representaciones macroscópicas, microscópicas y simbólicas; asegura que nuestra percepción de lo que es importante, interesante y comprensible depende de aquello que ya se tiene en la memoria a largo plazo (LTM), la forma de pensar e interpretar el mundo físico y los fenómenos externos, estaría vinculada a las representaciones macroscópicas, montañas, ríos, árboles, personas, colores, sonidos, dureza, temperatura, es decir, los conceptos están relacionados con objetos tangibles; por el contrario al hablar del concepto elemento y pedir a los estudiantes que observen motones de polvo negro (C), marrón (Si) o amarillo (S), y decirles que son todos elementos que pertenecen a una misma clase de átomos, no habrá nada que atraiga sus sentidos y les ayude a establecer un elemento conceptual, por lo tanto se relaciona con las representaciones microscópicas; desde las representaciones simbólicas, el mismo polvo negro se puede representar como (CuO) abordándolo desde compuesto, de tal manera que pueda identificar el Cu (cobre) como una sustancia más simple.

Desde la misma perspectiva, Hernández (1997) cita a Ben zvi et al. (1982) quien sostiene que la correcta coordinación entre los dos modelos macroscópico y microscópico, es esencial para una adecuada iniciación en el estudio de la química. Por su parte Carretero, Baillo & Limón (1996) afirman que los estudiantes para interpretar un cambio químico se centran en identificar los cambios observables, lo que los ubica en un nivel macroscópico, sugiere entonces que para desarrollar el pensamiento en el modelo microscópico, una actividad podría ser pedirles que dibujen las partículas del producto resultante de alguna reacción química. El éxito de la apropiación de estos modelos por parte de los estudiantes, depende de las actividades utilizadas y las preguntas planteadas.

Así mismo otros autores convergen en los mismos planteamientos, acerca de las dificultades en los estudiantes para identificar un cambio químico, tal es el caso de Furio & Furio (2000), quienes a su vez citan otros autores como el caso de (Gil et al., 1991), quien habla de la metodología de la superficialidad, la cual se caracteriza por la rapidez en extraer conclusiones a partir de unas pocas observaciones cualitativas; o el causalismo simple expuesto por Anderson (1990) determinado por la impulsividad o falta de reflexión metodológica a la hora de explicar fenómenos naturales, consideradas por Furio & Furio (2000) como barreras epistemológicas y metodológicas. Con el fin de superar los obstáculos antes mencionados, plantean los modelos mentales alternativos, detectados por Anderson (1990) en un experimento realizado con estudiantes entre los 12 y los 16 años, sobre lo que sucede cuando se quema la gasolina de un auto.

En una forma más específica estos cinco modelos propuestos por Anderson (1990), citado por Furió & Furio (2000), manifiestan lo que para los estudiantes significa un cambio químico, los cuales lo conciben en un primer modelo como la desaparición de productos, en otro modelo



plantean la reacción química como un desplazamiento de la materia, donde los componentes del reaccionante desaparecen del material original y aparecen en otro lugar, Una tercera categoría de reacción química es la modificación en la que el material varía su apariencia (color, aspecto...), pero sigue manteniendo su identidad, el proceso químico entendido como una transmutación del material donde se agrupan muchas subcategorías, como por ejemplo las sustancias se transforman en otras nuevas sin relación alguna con las originales, finalmente la reacción, concebida como una interacción sustancial próxima a la aceptada por el modelo atómico daltoniano.

A manera de conclusión se le puede atribuir a Johnstone (1993) el aporte que hizo al definir su teoría del triángulo químico, es decir las formas de representación de la química (macroscópica, sub microscópica o molecular y simbólica) como una forma de superar las barreras que se presentan en el aprendizaje de conceptos en esta área, las cuales fueron adoptadas para el aprendizaje del concepto del cambio químico trabajado en el presente proyecto con los estudiantes de grado 5 de básica primaria, alimentadas a su vez por los modelos mentales alternativos identificados por Anderson (1990) citado por Furio & Furio (2000), los cuales contribuyen de alguna forma en el análisis de los datos aportados por los estudiantes en sus respuestas.

## **5. Metodología**

### **5.1 Tipo de investigación.**

En este trabajo se asumió un tipo de investigación cualitativa, de corte comprensivo, fundamentada en la literatura de Hernández Sampieri (2014), establecida en un proceso inductivo de explorar y describir e interpretar para luego generar perspectivas teóricas.

Desde el aspecto ontológico, la investigación cualitativa tiene como propósito construir conocimiento sobre una realidad social particular, imposible de aislarse del contexto donde está inmersa. Desde el aspecto epistemológico, está encaminado al descubrimiento antes que a la comprobación y verificación; en la que se desarrolla la interpretación partiendo de datos y no recogiendo datos para comprobar hipótesis, sino que busca la comprensión del fenómeno, con el fin de construir conocimiento. Desde el aspecto metodológico, busca la interacción entre el investigador y el objeto de estudio que permita la comprensión e interpretación en profundidad de una realidad educativa con el ánimo de modificar las prácticas áulicas, de tal manera que se mejore el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

### **5.2 Unidad de trabajo y unidad de análisis.**

La unidad de trabajo estuvo conformado por 20 estudiantes del grado 5° de básica primaria, comprendidos entre 10 y 12 años de edad de la Institución Educativa Santa Sofía sede La Aurora ubicada en el municipio de Dosquebradas, Risaralda, correspondiente al grupo de la docente investigadora, participe del proceso. Por otra parte, la unidad de análisis fueron las relaciones existentes entre la argumentación y las representaciones del concepto cambio químico.

### 5.3 Instrumentos.

Para la recolección de la información, los instrumentos que se utilizaron fueron el *cuestionario* (Anexo A) el cual se validó por prueba piloto y el análisis de expertos; se cuidó que en su diseño las preguntas o de situaciones estuvieran relacionados con las categorías de esta investigación. Este cuestionario se aplicó antes de iniciar la intervención didáctica en el aula, y seis meses después, una vez finalizada la fase de intervención.

De igual manera, se diseñó y aplicó una unidad didáctica (Anexo B) en la que se presentaron dos espacios argumentativos, de los cuales se realizó el registro de la información. Dicha unidad fue diseñada desde la teoría de Sanmartí (2000) que corresponde a los ciclos de aprendizaje, donde se parte de lo simple a lo complejo y de lo completo a lo abstracto. Así mismo, los espacios argumentativos fueron utilizados con la intención de registrar los discursos de las intervenciones de los estudiantes, por medio de grabaciones de audio, las cuales posteriormente fueron transcritas (Anexo C), teniendo en cuenta los aportes de la literatura de Antonia Candela (1999).

### 5.4 Plan de análisis.

Con respecto al análisis, se realizó desde dos aspectos, el primero de corte *descriptivo* el cual busca “*especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis*” (Hernández, et al 2003: 117). Corresponde al análisis de los datos obtenidos de la totalidad de los estudiantes, el cual se apoya específicamente en la información registrada desde el discurso de los estudiantes en forma escrita a través del *cuestionario inicial y final*, con la pretensión de

caracterizar el fenómeno estudiado en ambos momentos y describir la tendencia del grupo de investigación.

En este primer aspecto de comprensión y análisis, se realizó un proceso inductivo, en el que se identificaron frases con sentido, que indicaban aspectos similares, lo cual fue configurándose en una nominación o codificación, como lo designa Deslauriers (2004), que luego por su frecuencia se convirtió en una serie o categoría. Una vez categorizada la información, pasaron a conformar los patrones que fueron empleados con el fin de interpretar los datos. Este proceso de codificación abierta (Hernández, 2014: 426), fue registrado mediante una rejilla (Anexo D), que posteriormente permitió la elaboración de gráficas y tablas de frecuencia, las cuales facilitaron la síntesis de la información encontrada.

El segundo aspecto del análisis de corte *comprensivo*, estuvo encaminado a la comprensión del cómo y por qué se dan las relaciones entre la argumentación y las representaciones del cambio químico, sin pretender generalizar los resultados, sino analizarlos intensivamente a través de casos individuales representativos desde sus cualidades (Hernández, 2014). Lo anterior corresponde al realizado a través del seguimiento de tres estudiantes, como ejemplos más relevantes del grupo de investigación, los cuales fueron seleccionados bajo los siguientes criterios: participación activa en la aplicación de los instrumentos, movilización conceptual y avances en su proceso argumentativo.

Para el análisis descriptivo de estos tres estudiantes, se realizó el mismo proceso de codificación abierta anteriormente descrito. Posterior a esto, se dio paso al análisis comprensivo en el que se involucraron los procesos de codificación axial y selectiva de la información, por medio de una comparación constante (Tracy, 2013; Noerager, 2008; y Parry, 2003) entre las

unidades de análisis, para la interpretación del significado profundo de la información

(Hernández, 2014: 441).

Para los procesos de codificación axial y selectiva, se partió de los referentes teóricos contruidos, donde las representaciones del cambio químico fueron asumidas desde los postulados propuestos por Gabel (1999) y Johnstone (1993) presentes en la tabla 1.

Tabla 1.

*Representaciones del cambio químico*

Representaciones sobre el concepto			
Nombre	Características	Indicadores	Obstáculos
<b>Representación Macroscópica</b>	Representación y descripción de la realidad observable. Se caracteriza por explicar que sucede.	Tipo de cambio irreversible. Formación de una nueva sustancia. Cambios visibles: de color, olor, tamaño, y otros. Reconocer las sustancias iniciales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar que sustancia y materia es lo mismo.</li> <li>• Confundir el cambio químico con un cambio de estado o un proceso de disolución.</li> <li>• Explicar los fenómenos basados en intuiciones y no en conceptos científicos.</li> </ul>
<b>Representación Microscópica</b>	Representación e interpretación de procesos mediante partículas submicroscópicas como átomos y moléculas. Se caracteriza por explicar por qué sucede un fenómeno.	Reordenación de átomos, representada a través de la modelización. Reconocer los reactivos y productos de cada cambio químico. Ley de la conservación de la masa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El producto de una reacción química es una mezcla de los reactivos.</li> <li>• Reconocer que los productos existen previamente a la reacción química y que esta permite su manifestación.</li> <li>• Atribuir a las partículas propiedades de las sustancias (sustancialización, Sanmarti 1995)</li> </ul>
<b>Representación Simbólica</b>	Constituido por símbolos químicos, formulas y ecuaciones.	Identifica los símbolos químicos. Identifica la ecuación correspondiente con fórmulas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocer el significado de lo que es un esquema de reacción o ecuación química en las que se simbolizan los átomos y moléculas</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

De igual manera, para el proceso de análisis de los argumentos fueron asumidos los aportes propuestos por Ruiz (2015), donde se encuentra la calidad de los argumentos evaluados a la luz de los siguientes niveles argumentativos (tabla 2).

Tabla 2.

*Niveles argumentativos por Osborne, Erduran y Simons (2004) y modificada por Francisco Ruiz.*

Nivel	Características o indicadores
1	Comprende argumentos que solo presentan una o más conclusiones o presentan datos.
2	Aquellos argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando poca o ninguna relación entre estos dos elementos.
3	Aquellos argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando relación fuerte entre estos dos elementos.
4	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, una o más conclusiones y al menos una justificación, que intenta relacionar los elementos anteriores
5	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, una o más conclusiones y al menos una justificación que relaciona claramente los elementos anteriores
6	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, conclusiones, justificaciones y/o refutaciones con coherencia entre dichos elementos.
7	Argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones y respaldo teórico, con coherencia entre dichos elementos.
8	Argumentos en los que se identifican datos, conclusiones, justificaciones, respaldos, contraargumentos y cualificadores con coherencia entre dichos elementos.

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.5 Procedimiento.

Esta investigación se desarrolló en tres fases. Una *primera* fase donde se diseñó, validó y aplicó un instrumento de investigación tipo *cuestionario* el cual contenía 5 preguntas abiertas para dar la opción de que los estudiantes se expresaran en torno al concepto de cambio químico. Las preguntas indagaron, desde el planteamiento de situaciones cotidianas, los saberes previos de los estudiantes al justificar sus respuestas frente a los fenómenos más cercanos a ellos, como la combustión; al dar razones sobre los fenómenos, además de presentar evidencias e ideas sobre el concepto del cambio químico. El objetivo de este primer momento era poder identificar los

niveles argumentativos según la propuesta por Erduran, Simon y Osborne en el 2004 y modificada por Ruiz (2015) y las representaciones que tenían los estudiantes desde el concepto cambio químico y por ende los obstáculos o errores conceptuales para dicho aprendizaje.

Una *segunda* fase producto de los resultados obtenidos en la primera fase y las representaciones identificadas para la enseñanza del concepto de cambio químico, estuvo centrada en la construcción y aplicación de una programación de clase o *unidad didáctica*, diseñada en la estructura de ciclos de aprendizajes propuestos por Sanmartí (2000) quien considera cuatro etapas que son: Exploración, Introducción de nuevos conceptos, Síntesis y Aplicación. Además, en esta unidad se involucraron diversas estrategias que invitaban a la argumentación, siendo representativos para la investigación, dos *espacios argumentativos* específicos, diseñados con el fin de implicar a las y los estudiantes en los procesos dialógicos en el aula a través de experiencias relacionadas con el concepto, para promover tanto la argumentación, como el aprendizaje del concepto sobre cambio químico.

En este marco de ideas, se presenta el desarrollo de la propuesta de clase, (Anexo B) la cual se estructuró desde los ciclos de aprendizajes y las representaciones de la química, de la siguiente manera:

- a. Exploratoria. Se comienza identificando los saberes previos de los estudiantes con respecto a la noción del concepto de cambio químico y los niveles argumentativos, a través de la aplicación del cuestionario inicial; las respuestas de los estudiantes se retomaron en las primeras sesiones de clase a través del diálogo.
- b. Introducción a nuevas ideas y conceptos. Se estructuró desde las representaciones identificadas; en la representación macroscópica, se pretendió acercar al estudiante al análisis de situaciones cotidianas; y en las representaciones microscópica y simbólica, a través de la

experimentación, el análisis de fenómenos químicos y la modelización de partículas, dibujos, esquemas, utilización de símbolos y fórmulas sencillas, permitieron explicar qué sucedía internamente en el fenómeno observado. Todas las actividades nombradas responden a potenciar la argumentación, con el fin de contribuir en la construcción del concepto de cambio químico.

c. Sintetizar. El estudiante organizó en esta etapa los conceptos en relación al cambio químico; desde la representación macroscópica, se plantearon ejemplos de situaciones cotidianas, las cuales debían ser justificadas por los estudiantes, de esta manera, se favorecieron los procesos argumentativos; desde la representación microscópica y simbólica, se desarrolló mediante el análisis de fenómenos o reacciones químicas, modelando la reacción interna y reordenación de átomos, fomentando la explicación y la argumentación utilizando el lenguaje científico adecuado.

d. Aplicación. En esta etapa el estudiante debía poner en práctica los conceptos adquiridos y dar explicaciones a situaciones y fenómenos químicos mediante justificaciones en las que involucrara respaldos y aspectos teóricos, para ello se presentaron situaciones cotidianas en las que debía identificar el tipo de cambio observado. En consecuencia, la docente se aseguró que se diera la mayor participación de los estudiantes y que estos fueran capaces de argumentar de manera razonada, desde los referentes teóricos expuestos en relación al cambio químico, desde las representaciones de la química: macroscópica, microscópica y simbólica.

Dentro de esta etapa de aplicación de la unidad didáctica, se realizaron y registraron en audio dos espacios argumentativos relevantes para la investigación; el primer espacio argumentativo consistió en colocar sobre la llama de una vela una pequeña caja de papel y luego sobre la misma vela una caja de papel con agua. Después de hacer las predicciones sobre lo que sucedería y hacer la comprobación de las hipótesis, los estudiantes presentaron sus posturas al identificar los



tipos de cambios de la materia observados y se dividieron entonces por grupos de discusión de acuerdo a la postura elegida, quienes afirmaban que se da solo el cambio químico, y otros que decían que se daban ambos cambios físico y químico, a partir de allí se dio el debate y la discusión. (Anexo C. Transcripción del espacio argumentativo 1)

En un segundo espacio argumentativo se trabajó a partir de una experiencia a la que se le llamó *La botella mágica*, en la cual se mostró a los estudiantes un Erlenmeyer con un líquido transparente, el cual al agitarlo cambiaba a un color azul. De acuerdo a las respuestas aportadas por los estudiantes se pudieron clasificar en dos grupos de discusión cuyas posturas fueron: los que aseguraban que la sustancia cambia de color porque se presentó una reacomodación de átomos y por la agitación y los que sostenían que se había presentado un cambio físico y que además era reversible. A partir de allí se dio paso a la discusión y el debate entre los grupos.

Posteriormente se realizó la experiencia frente a ellos, para que pudieran conocer las sustancias que intervinieron en la experiencia, hidróxido de potasio (KOH), Glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ), Azul de metileno ( $C_{16}H_{18}ClN_3S$ ) y agua ( $H_2O$ ), finalmente se volvió a agitar y se pudo comprobar que efectivamente cambiaba de color. Luego de observar la experiencia y ya organizados en los dos grupos de discusión, se da inicio al espacio argumentativo entre ambos grupos. (Anexo C. Transcripción del espacio argumentativo 2).

Finalmente en la *tercera* fase se aplicó nuevamente un cuestionario, el mismo instrumento aplicado en la primera fase; con el fin de evidenciar los cambios, movilizaciones y/o transformaciones en las respuestas de los estudiantes, tanto en los niveles argumentativos, como en las representaciones en relación al aprendizaje del concepto de cambio químico, tras el desarrollo, en el aula, de la unidad didáctica que promovió la argumentación, haciendo énfasis en los episodios argumentativos.

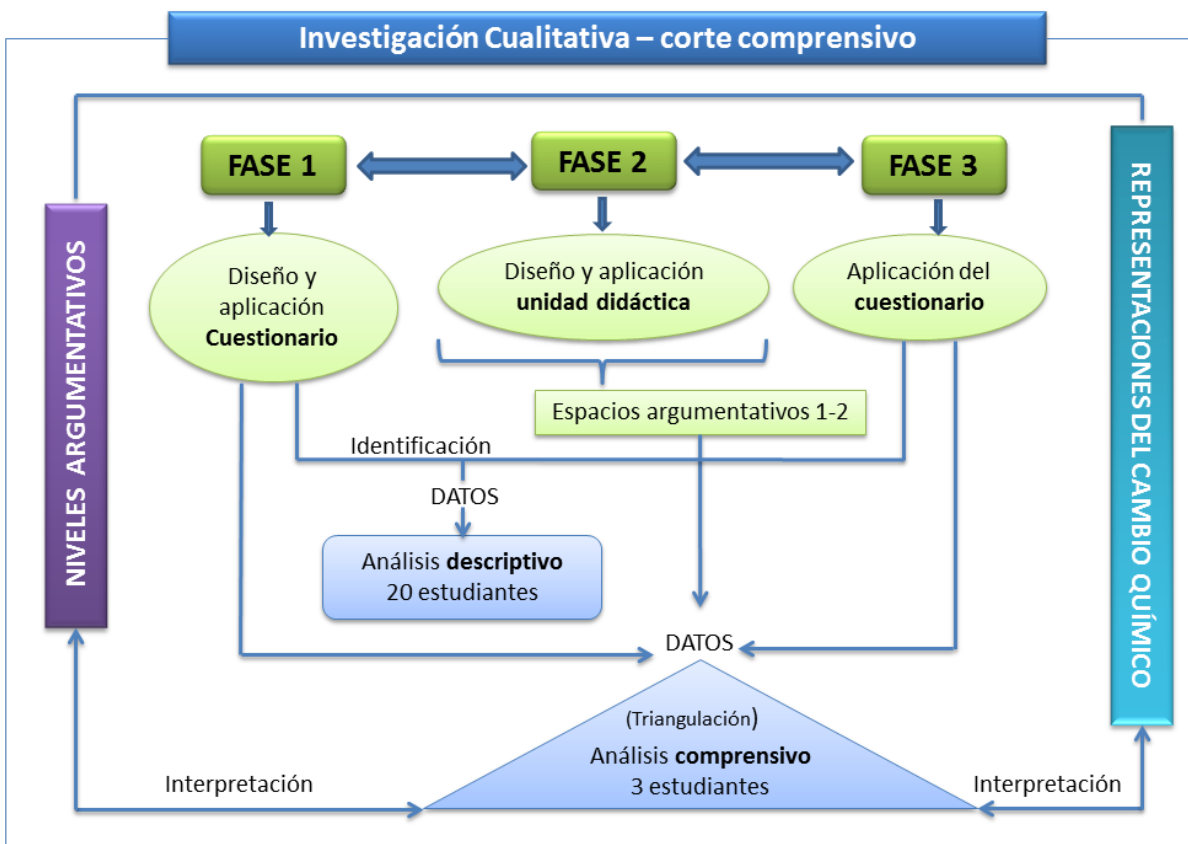


Figura 1.

*Procedimiento de la investigación. Fuente elaboración propia.*

## 6. Resultados y discusión

En este apartado, se presenta los resultados obtenidos en los cuatro momentos del proceso y su respectivo análisis desde los aspectos *descriptivo* y *comprensivo*, los cuales se derivaron específicamente de la información registrada desde el discurso de los estudiantes tanto escrito (cuestionario inicial y final)<sup>1</sup> como en el oral (espacios argumentativos).

Como organización lógica se muestra primero el análisis *descriptivo*, en el que se relaciona de manera general y comparativa los datos obtenidos después de la aplicación de los dos cuestionarios, en el cual estuvieron involucrados los 20 estudiantes participantes, con el fin de identificar si se dieron transformaciones tanto en sus niveles argumentativos como en las representaciones del cambio químico. Luego se presenta el análisis *comprensivo*, en el que se muestra el seguimiento a tres estudiantes como ejemplos más relevantes del grupo, los cuales fueron seleccionados según los criterios mencionados en la metodología. Para dicho análisis se hace una triangulación de los datos obtenidos en los 4 momentos (aplicación inicial del cuestionario, los dos espacios argumentativos realizados durante la secuencia didáctica y la aplicación final del cuestionario).

En este proceso, se tuvo en cuenta la utilización y aplicación de referentes teóricos, y que se relacionan con este campo de investigación, desde las dos categorías abordadas: representaciones del concepto de cambio químico y niveles argumentativos.

---

<sup>1</sup> El procedimiento del análisis e interpretación de los resultados de los cuestionarios inicial y final se presenta mediante ejemplos en el Anexo E

## 6.1 Resultados del análisis descriptivo.

Desde esta perspectiva, inicialmente se muestran los resultados en cuanto a los niveles argumentativos propuestos por Ruiz (2015) y las representaciones del cambio químico identificadas en las respuestas de los estudiantes tanto en el primer momento de recolección de datos textuales con ayuda del instrumento diseñado para ello, como en la aplicación por segunda vez del cuestionario. Los cuales se relacionan a continuación:

Tabla 3.

*Relación de los niveles de argumentación y las representaciones identificados en los estudiantes participantes, en los análisis del cuestionario inicial y final.*

Representaciones del cambio químico	Cuestionario inicial				Cuestionario final					
	Estudiantes	Niveles			Estudiantes	Niveles argumentativos				
		Argumentativos								
		N1	N2	N3		N4	N1	N2	N3	N4
Macroscópica	100%		35%	65%		100%			65%	35%
Microscópica										
Simbólica										
Total	100%		35%	65%		100%			65%	35%

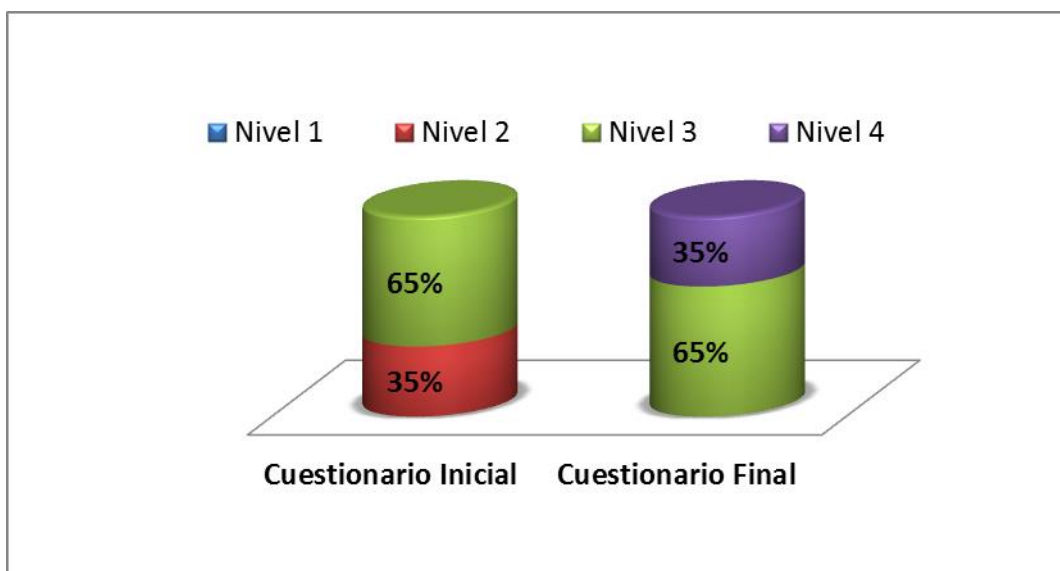
*Fuente: Elaboración propia*

Después de analizar a cada estudiante en todas sus respuestas y categorizarlo, se puede evidenciar que las representaciones microscópicas y simbólicas carece de información, como se muestra en la tabla 5; sin embargo, es pertinente nombrar que en el cuestionario inicial solo tres estudiantes en algunas de sus respuestas incorporaron elementos de la representación *microscópica*, mientras en el cuestionario final ya 8 estudiantes logran en algunas de sus respuestas asumir esta representación. Siendo una información poco representativa, para ubicar a los estudiantes en esta representación.

También se observa que la totalidad de los estudiantes se encuentran en la representación *macroscópica*, donde involucran en sus respuestas elementos o indicadores como: irreversibilidad, nueva sustancia, sustancia inicial, factores de cambio, que caracterizan dicha representación, en la cual se explica el cambio químico desde la representación y descripción de la realidad observable, se caracteriza por expresar lo que sucede, tal como lo perciben los sentidos, es la más frecuente y caracteriza al grupo de investigación

Seguidamente, se presenta la relación entre los niveles argumentativos y la representación macroscópica evidenciada en los estudiantes.

*Gráfica 1 Niveles de argumentación y la representación macroscópica.*



*Fuente: Elaboración propia*

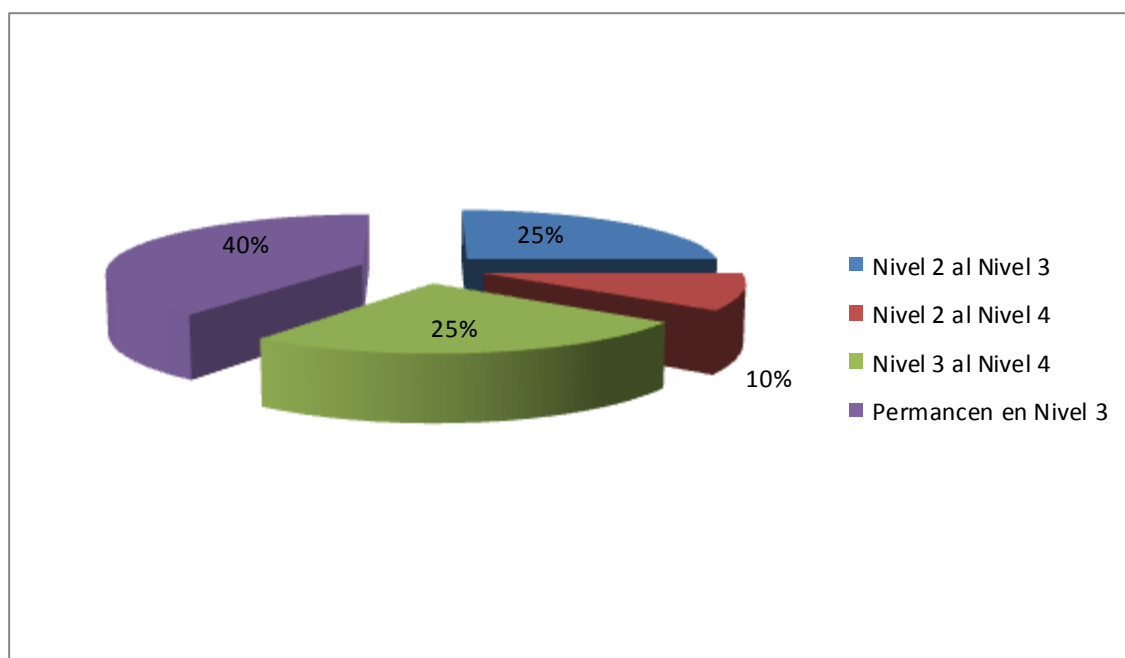
Con relación a los niveles argumentativos, en la gráfica 1 se puede observar que las respuestas de los estudiantes en el cuestionario inicial, presentaban datos y conclusiones con relación entre estos elementos, por lo cual se ubicaron en su mayoría en el nivel 3 de

argumentación, a diferencia de la de la segunda aplicación del cuestionario en el que muestra una leve tendencia de algunos estudiantes al incorporar en sus argumentos otros elementos como justificaciones, propias del nivel 4, como también el empleo del lenguaje científico, estableciéndose relación entre estos elementos.

Así mismo, en la segunda aplicación del cuestionario, se observa un movimiento del nivel argumentativo de los estudiantes, desapareciendo el nivel 2 y encontrando presencia el nivel 4 de argumentación, en el que se presentan no solo argumentos más estructurados, sino también se evidencia en ellos la apropiación del lenguaje científico propio de las ciencias y por consiguiente la movilización conceptual. Este movimiento hacia los niveles argumentativos más completos de los estudiantes, se deriva posiblemente del trabajo intencionado realizado en el aula en función del desarrollo de espacios argumentativos y a partir del conjunto de actividades desarrolladas a lo largo de la intervención didáctica (Anexo B).

La movilización en los procesos argumentativos de la totalidad de los estudiantes que participaron de la investigación se resume a continuación en la siguiente gráfica:

*Gráfica 2 Movilización de las respuestas de los estudiantes en relación con los niveles argumentativos.*



*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede apreciar en la gráfica anterior, las respuestas de los estudiantes en relación con los niveles argumentativos observados en el cuestionario inicial y final, deja de manifiesto que el 60% de los estudiantes se movilizaron (del nivel 2 al nivel 4; del nivel 2 al nivel 3 y del nivel 3 al nivel 4)<sup>2</sup> teniendo presente que siempre se ubicaron en una misma representación, la macroscópica. Además, hay que mencionar que el 40% restante se mantiene en el mismo nivel argumentativo en relación a con los elementos en la estructura, sin embargo sus respuestas presentan aspectos conceptuales más completos y un lenguaje científico que le permitieron una mejor comprensión del cambio químico.

<sup>2</sup> En el Anexo F, se presentan dos ejemplos de movilización del nivel 2 al nivel 4 y del nivel 2 al nivel 3 de argumentación.

A continuación se presenta un ejemplo, el cual permite evidenciar detalladamente la movilización en relación con el nivel argumentativo, para ello se presenta al estudiante E5 el cual inicialmente se encontraba en el nivel 3 de argumentación y en la segunda aplicación del cuestionario se ubicó en el nivel 4 de argumentación.

Se resaltan las siguientes respuestas del estudiante<sup>3</sup>, cuando al plantear la situación de la combustión del papel, se pregunta, P1<sup>4</sup>: *¿La hoja de papel que Pablo quemó, puede regresar a su estado original? ¿Por qué?*

- P1E5 (inicial) *“no se puede porque Pablo quemo la hoja y esta arrugada y se volvió cenizas (D) ahora no se puede recuperarse podría coger otra pero la quemada no se puede recuperar. (C)”*
- P1E5: (final) *“No además es un estado químico ya no puede volver a su estado original era papel y ahora son cenizas por la combustión que se formó con el papel.(J)”*

La respuesta dada por el estudiante E5 a la situación planteada en el cuestionario *inicial*, incluye datos, los cuales han sido proporcionados en la situación planteada y una conclusión en la que describe lo realizado en el experimento, se observa relación entre los datos y la conclusión, al exponer que la hoja no puede regresar a su estado original. Además, explica la reacción química como una *transmutación* (Anderson, 1990) cuando afirma que la hoja “...se volvió cenizas”, al considerar que una sustancia se transformó en otra nueva sin relación alguna con la original. Por tal razón, el argumento del estudiante se sitúa en el nivel 3, por la existencia de datos y conclusiones planteadas en la tabla de los niveles argumentativos de, Erduran, Simons & Osborne (2004) y modificada por Francisco Ruiz (2015). Esto está de acuerdo a lo hallado por López & Jiménez (2007) quien analizó la calidad de los argumentos en los diálogos de los

<sup>3</sup> En las respuestas de los estudiantes se realizó la corrección de ortografía, sin alterar el sentido del texto.

<sup>4</sup> Código utilizado para relacionar las preguntas numeradas de 1 a 5



alumnos y alumnas de 4° de primaria, y evidenció relaciones entre la competencia argumentativa y el desempeño cognitivo de los estudiantes en el uso del conocimiento biológico.

En relación con la respuesta que da el mismo estudiante en el cuestionario *final*, se evidencia que el argumento presenta hechos relevantes de la experiencia, concluye que se dio un cambio químico y lo justifica desde la irreversibilidad y la combustión, aunque la justificación es corta y soporta la conclusión lo hace de una manera simple, además, intenta incorpora el lenguaje propio de la ciencia, razones por las cuales se ubica en un nivel 4 de argumentación y acorde a su grado de escolaridad.

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir como el estudiante mejora su nivel argumentativo conforme se analizan los datos iniciales y finales obtenidos del cuestionario, movilizándose del nivel 3 al nivel 4 de argumentación, el cual corresponde al 25% de la totalidad de los estudiantes; no obstante, en ambos momentos el proceso químico lo entiende como una *transmutación del material* (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000). De igual forma, lo anterior es coherente con lo hallado en la investigación por Dawson & Venville (2010) quien analiza la argumentación utilizada por los estudiantes, antes y después de la instrucción e indica que los argumentos estuvieron mejor estructurados por aquellos estudiantes a quienes se les enseñó sobre argumentación.

## **6.2 Resultados del análisis comprensivo.**

Luego de hacer el análisis de la información de manera general y descriptiva, se referencian tres casos representativos, con los nombres de: Dauini, José y German<sup>5</sup>, en este mismo orden se presenta el respectivo seguimiento realizado a cada uno. Estos estudiantes fueron seleccionados

---

<sup>5</sup> Nombres ficticios de los estudiantes, para respetar la identidad.

de manera intencionada, en este proceso de selección se tuvo en cuenta la participación y los aportes durante el proceso investigativo.

Para iniciar, se muestra el análisis comprensivo en el primer momento, relacionado con la aplicación inicial del cuestionario, luego se presenta el análisis a las intervenciones de los estudiantes en los dos espacios argumentativos realizados durante la secuencia didáctica, que corresponden al segundo y tercer momento respectivamente. Finalmente se presenta en el cuarto momento el análisis de las respuestas que dieron los estudiantes en la aplicación final del cuestionario, donde se logró identificar en las respuestas de ellos cambios en los elementos de la estructura argumentativa, así como los aspectos conceptuales relacionados con el cambio químico.

### **6.2.1 Seguimiento a Dauini.**

Para empezar, como caso representativo, se tiene a Dauini, el cual en un *primer momento*, las respuestas aportadas por este, permitieron ubicarlo en un nivel 2 de argumentación, que corresponde a un 35% de la totalidad de estudiantes; esto significa que en sus argumentos predominaron datos y conclusiones, donde los datos estaban relacionados solo con hechos descriptivos desde lo concreto, es decir lo observable como el cambio de color o forma: “*si cambió bastante como su forma cambio de una hoja plana a un sin forma y su color cambio de blanco negro o gris y cambio bastante (D)...*”.

E intenta relacionar estos datos o hechos, lo que le permite llegar a conclusiones simples empleando un vocabulario escaso y propio de su contexto como se presenta en sus argumentos escritos: “*...porque una hoja normal a una hoja quemada es diferente*”; “*...uno escribir en una hoja normal y con forma a una hoja sin forma es muy diferente.*”

De igual manera, al referirse a los cambios de la hoja de papel durante la combustión y justificar por qué no se puede volver a escribir en ella, se evidencia que Dauini presenta en sus respuestas una representación macroscópica (Jhontone, 1993) dicha representación se hace evidente en la respuesta del estudiante cuando identifica los factores de cambio visibles como de color, olor, tamaño, forma, y otros.

En su discurso escrito, utiliza expresiones propias de su contexto, utiliza el lenguaje cotidiano para describir y explicar lo observado, se evidencia en la mayoría de sus respuestas ideas de sentido común, basadas en el uso de razonamientos espontáneos, lo que Anderson (1990), citado por Furió & Furió (2000), denomina *causalismo simple*. Como también trata de explicar el cambio químico desde la *modificación*, donde la hoja varía su apariencia o algunas propiedades iniciales, pero sigue manteniendo su identidad (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000); acudiendo a representaciones o imágenes que ha formado a partir de los sentidos (Pozo et al 1998).

Se concluye, en este primer momento de exploración de saberes previos, que el estudiante responde a argumentos o construcciones espontaneas, propias de la interacción con el mundo social y natural; responden a datos que recoge del entorno a través de los sentidos, conclusiones que construye desde las descripciones que hace del fenómeno observado, cortas y simples propias de un lenguaje común, distando del lenguaje científico, al respecto se puede decir que en sus argumentos se refiere a la metodología de la superficialidad (Gil et al., 1991). De igual modo, en la investigación desarrollada por Gómez & Guillaumin (2009) se identificó que los estudiantes tenían dificultades para expresar con detalle sus argumentos, pues solo brindaban explicaciones limitadas a las características observables del fenómeno, aspecto que se evidencia en el estudiante en este primer momento.

En un *segundo momento*, se buscó analizar y comprender la manera en la que la interacción entre los sujetos podría propiciar una construcción argumentativa colectiva, que fuera el escenario para la movilización conceptual en torno al tema tratado; se tienen a Dauini, Jose y German en relación al *primer espacio argumentativo*, en el que se identificaron las posturas correspondientes a los tipos de cambios de la materia (físico y químico), observados a través de la experiencia que consistió en colocar sobre la llama de una vela una pequeña caja de papel y luego sobre la misma vela una caja de papel con agua, relacionado en la unidad didáctica (Anexo B)

El análisis de las intervenciones, permitió identificar que Dauini presentó un nivel argumentativo 4 (Ruiz, 2015), puesto que aportó conclusiones y justificaciones simples, enfocándose no solo en describir y explicar el fenómeno observado en la experiencia, sino también en identificar posibles conclusiones al afirmar “*Es un cambio químico... Y es un cambio físico*” justificando estas con los datos identificados, como la formación de una nueva sustancia la cual no puede volver a su estado inicial, reconociéndose cierta demanda cognitiva y conceptual de la situación presentada, teniendo en cuenta que es en el aula donde se da la construcción discursiva del conocimiento, lo cual se lleva a cabo entre los alumnos y el maestro, como lo afirma Candela (1993), lo cual se evidenció en el siguiente fragmento.

E7<sup>6</sup>: => Es un cambio químico(C) porque el papel se quemó y se volvió cenizas entonces ya no podría ser reversible es un cambio químico (J)... eh físico (C) porque aunque se puso el papel y el agua sigue siendo el mismo papel y el agua es un cambio físico que no le pasa nada a la sustancias. (J)

Pa: ¿Entonces se dieron los dos cambios?...

E3: porque cuando la vela se va derriendiendo uno la puede poner en un molde y con el líquido que va cayendo como una vela, sigue siendo una vela.

Pa: Físico... y el cambio químico no se ve ahí? ...él dice (señalando al E3, mueve la cabeza haciendo un no) que no se ve cambio químico allí.

Gp: Por la combustión, síii. (Coro)

E7: => si no hay combustión como se va a derretir la vela. (CT.)

---

<sup>6</sup> Corresponde al estudiante número 7 que se está analizando y haciendo el seguimiento, es decir Dauini.

Así mismo, se puede observar, que en la intervención realizada por Dauini, también se evidencia un contraargumento a la postura de un compañero “...*si no hay combustión como se va a derretir la vela*”, Aquí Dauini expone en su idea las razones por las cuales él considera que se dan los dos cambios de la materia y donde el cambio físico es consecuencia del cambio químico. Lo anterior confirma que Dauini, para mantener la conclusión o su punto de vista, requiere de exponer razones, con las cuales enfrenta la objeción y trata de convencer a su compañero del planteamiento inicial (Henao & Stipcich, 2008).

Por lo antes expuesto, se puede ubicar a Dauini dentro de la representación *macroscópica* de la materia (Jhonstone, 1993), pues reconoce la evaporación como un cambio físico, lo que permite apreciar que establece la diferencia entre los cambios químicos y físicos lo hace desde descripciones del fenómeno y lo explica apoyándose desde lo perceptivo y detectado por los sentidos (Pozo & Gómez, 1998); relaciona el cambio químico como un cambio irreversible y formación de una nueva sustancia, la que llama *cenizas*. Se puede inferir que Dauini comprende el cambio químico como una *transmutación* del material, cuando considera que una sustancia se transformó en otra nueva sin relación alguna con las originales (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000); convirtiéndose la *transmutación* en una categoría dominante en sus respuestas.

Se puede concluir que esta concepción que presenta Dauini, en este primer espacio argumentativo, responde a un análisis meramente observacional del fenómeno con unos elementos argumentativos mucho más elaborados, donde se evidencia una relación importante entre las conclusiones y justificaciones, permitiendo una apropiación un poco más cercana al lenguaje científico; lo que se considera pudo darse gracias a la aplicación de preguntas como herramientas mediadoras de los debates, constituyéndose estas en un elemento esencial para

activar las interacciones, haciendo posible que emerja el conocimiento (Márquez & Roca, 2009), además, se reafirma que el aprendizaje en ciencias se da a través del lenguaje, especialmente el lenguaje hablado, porque el aprendizaje se demuestra a través de éste, como lo afirma Jiménez (2003).

En un *tercer momento*, se analiza el *segundo espacio argumentativo*, el cual se trabajó a partir de una experiencia a la que se le llamó *La botella mágica*, donde se mostró a los estudiantes un Erlenmeyer con un líquido transparente, el cual al agitarlo cambiaba a un color azul. Se formaron dos grupos de discusión, el primero señaló que se dio una reacomodación de átomos y que el cambio se produjo por agitar la sustancia, mientras que el segundo grupo afirmó que se presentó un cambio físico y además que es un cambio reversible. Cabe resaltar que el estudiante analizado, es decir Dauini, se encontró dentro del segundo grupo de discusión.

En este *segundo espacio argumentativo* se registraron 5 episodios, en los cuales participó el estudiante analizado. De manera general en las intervenciones realizadas por el estudiante se pueden identificar: Datos, conclusiones, justificaciones con relación entre ellos, por lo que se ubicó en el nivel 4 de argumentación, según la tabla de niveles propuesta por Erduran, Simon y Osborne en el 2004 y modificada por Ruiz (2015), como se puede apreciar en el siguiente fragmento:

- E7: Es un cambio físico (C) porque cambia de color pero vuelve a su estado original, es un cambio físico porque cambia de color.(J).  
 Pa: Es un cambio físico, listo nos vamos con el cambio físico acá. Es un cambio físico, ¿Sólo cambia de color?  
 E7: Si se ve ahí, solo cambia de color. (C)  
 E4: Al moverse las sustancias se van de estar reacomodados y pasan a revolverse.  
 Pa: O sea, es una mezcla o por la agitación.  
 E7: No, está diciendo que es un cambio reversible. (C)  
 E7: Es un cambio físico (C) porque no se cambia de sustancia y es un cambio reversible porque vuelve a su estado original. (J)

El estudiante defiende su posición de que lo que se presentó fue un cambio físico, le faltan elementos teóricos a sus argumentos que le permitan convencer a los oponentes de sus ideas, que den claridad a sus afirmaciones, se podría decir que la relación que se da entre conclusiones y justificación es débil, tomando en cuenta que la justificación es la que le da la validez al argumento y aporta las razones para explicar el fenómeno, Tamayo (2012)

En otra de sus intervenciones podemos apreciar un contraargumento a uno de sus compañeros, pero lo hace a través de un cuestionamiento:

E6: Profe, lo que dijeron allá, si en esas sustancias no hay reacomodación de átomos, si no hay reacomodación de átomos cómo aparece la nueva sustancia.

E18: No, ¿Cómo cambia de color entonces?

E6: Cierto.

E7: Le voy a responder a Cardona.

Pa: ¡Listo!... Todos los del grupo oponente: ¿Cómo cambia de color entonces?, ¿cómo cambia de color?

E7: => Expli... Cardona explique entonces por qué volvió a estar a su estado original, ¿por qué volvió a su estado originaaaal? (CT)

En este contraargumento se puede inferir que Dauini entiende el cambio químico como irreversible, al cuestionar a su compañero acerca de por qué la sustancia retornó al color original, le está diciendo que es un cambio reversible, por lo tanto no es un cambio químico. La pregunta que le hace a su compañero, lo cuestiona acerca de su teoría, Dauini no aporta las razones específicamente sino que lo hace a través de la pregunta hecha a su oponente.

En sus intervenciones se puede reconocer la falta de claridad y dificultad para identificar un cambio químico en la experiencia observada, generalmente se centra en aquellas características que puede percibir con sus sentidos (Pozo y Gómez, 1998); esto lo ubicaría en la representación *macroscópica*, análisis hecho desde las representaciones de la química (Macroscópica, molecular y simbólica) propuestas por Johnstone (1993) y Gabel (1999) quien hace referencia precisamente a “las incomprensiones en la interpretación macroscópica y/o microscópica de los fenómenos químicos y la falta de relación entre estos dos niveles de representación de la materia”, lo que se

puede aseverar cuando concluye: “*Si se ve ahí, solo cambia de color*”, estos argumentos se acercan a la metodología de la superficialidad (Gil et al., 1991), citada por Furió & Furió (2000), la cual se refiere a aquellas afirmaciones o razonamientos que se hacen de acuerdo a observaciones cualitativas poco rigurosas, cuando afirma que es un cambio físico solo porque cambia de color.

En algunas de sus intervenciones hace referencia a la reacomodación de átomos como lo aseguran en el equipo contrario, lo que sucede en la sustancia con la cual se trabaja en la experiencia, pero lo hace desde una posición contraria, debatiendo que esto no ocurre.

E6: Porque es reversible, profe, porque los átomos se desacomodan otra vez.

E7: => Profe pero lo mismo, ¿noo? Sigue siendo reacomodación de átomos. (C).

Cuando reconoce que se puede presentar una reacomodación de átomos según los argumentos del equipo contrario, se podría ubicar en la representación *microscópica*, pero se puede identificar una falta de claridad conceptual al respecto, puesto que no lo relaciona en la experiencia observada, además de no identificarlo como un cambio químico y asegurar que es un cambio físico. Su hipótesis la fundamenta desde la irreversibilidad y reversibilidad de los cambios, en este caso asegura que es un cambio reversible, porque la sustancia retorna a su color original cuando deja de agitarse, en sus afirmaciones se puede deducir que relaciona la irreversibilidad como parte de un cambio químico y la reversibilidad como un cambio físico, como se puede apreciar en la siguiente intervención: “*Profe, profe pero sigue siendo un cambio reversible, reversible, reversible, porque vuelve a su estado original aunque cambie de color de otros colores vuelve a la misma sustancia que estaba al principio.*”

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir como Dauini manifiesta un avance significativo en el nivel argumentativo, al demostrar la capacidad de contra argumentar



(elemento de nivel 8) en los diferentes espacios de dialogo, lo cual se evidenció a medida que se dieron las interacciones discursivas entre la maestra y el estudiante como también entre los compañeros, durante la participación en los dos debates. Esto permite considerar que los espacios argumentativos propician la construcción de los conceptos científicos y su apropiación por parte de los estudiantes (Ruiz, Tamayo, & Márquez, 2015). De igual forma, en la medida en que se propicien escenarios para la argumentación en el aula, se facilitan a los estudiantes herramientas para la comprensión del lenguaje propio de la ciencia y el manejo de los conceptos científicos desde una perspectiva social de la construcción de la misma (Driver, Newton y Osborne, 2000).

En un *cuarto momento*, después de realizar la intervención a través de la secuencia didáctica, se aplicó el cuestionario por segunda vez, ubicándose principalmente los argumentos de Dauini en un nivel 4 (Ruiz, 2015), a diferencia del primer momento los componentes de la estructura argumentativa es decir los datos, las conclusiones y las justificaciones guardan relación entre ellos, que se evidencia cuando en sus afirmaciones se apoyan en ideas que poseen los elementos fundamentales en la comprensión del cambio químico: transformación de sustancias y la reacomodación de átomos; además, presenta justificaciones que soportan la conclusión en las que incorpora el lenguaje científico, simbólico y presenta datos relevantes, como se observa en el siguiente ejemplo: *“No porque la hoja de papel quemada sus átomos ya no son los mismos por que se mezcló con  $O_2$  y es una nueva sustancia y se reacomodaron con el  $O_2$  y sus átomos se separan poco a poco. (J)*

Se puede afirmar, que de manera general Dauini se ubica en la representación *macroscópica*, sin embargo en sus respuestas, se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, se hace evidente que identifica la irreversibilidad en dichos procesos, comprende que el cambio

químico implica la formación de sustancias nuevas, tiene claro los procesos de combustión y oxidación, los relaciona con la acomodación de átomos; lo anterior sugiere que el estudiante posee el concepto de proceso químico como aquel en el que ocurren *transformaciones de sustancias*, como también adhiere a la idea de proceso químico la *redistribución de átomos*, que según Anderson (1990), citado por Furió & Furió (2000), es lo que más se aproxima a la aceptada por el modelo atómico Daltoniano; sin embargo se mantiene la dificultad para expresar las características de los mismos, e identificar productos y reactivos. Además se apoya en el lenguaje simbólico para dar sus explicaciones, como se relaciona en la siguiente respuesta: “*Se llama oxidación (C) y se genera cuando el hierro entra en contacto con el  $H_2O$  se forma la oxidación por que los átomos se reacomodan y tienen un inicio y un final (J).*”

Vale la pena decir que, algunas de las respuesta de Dauini lo acercan a la comprensión del concepto de cambio químico desde la representación *microscópica*, pero la idea de que los procesos químicos incluyen cambios observables muestran una débil interpretación microscópica del fenómeno; además, no se explicita claramente las relaciones entre las representaciones macroscópicas, microscópicas y simbólicas propuestas por Gabel (1998), que son necesarias para explicar unitariamente las transformaciones y los cambios que observamos en el mundo tan diverso que nos rodea.

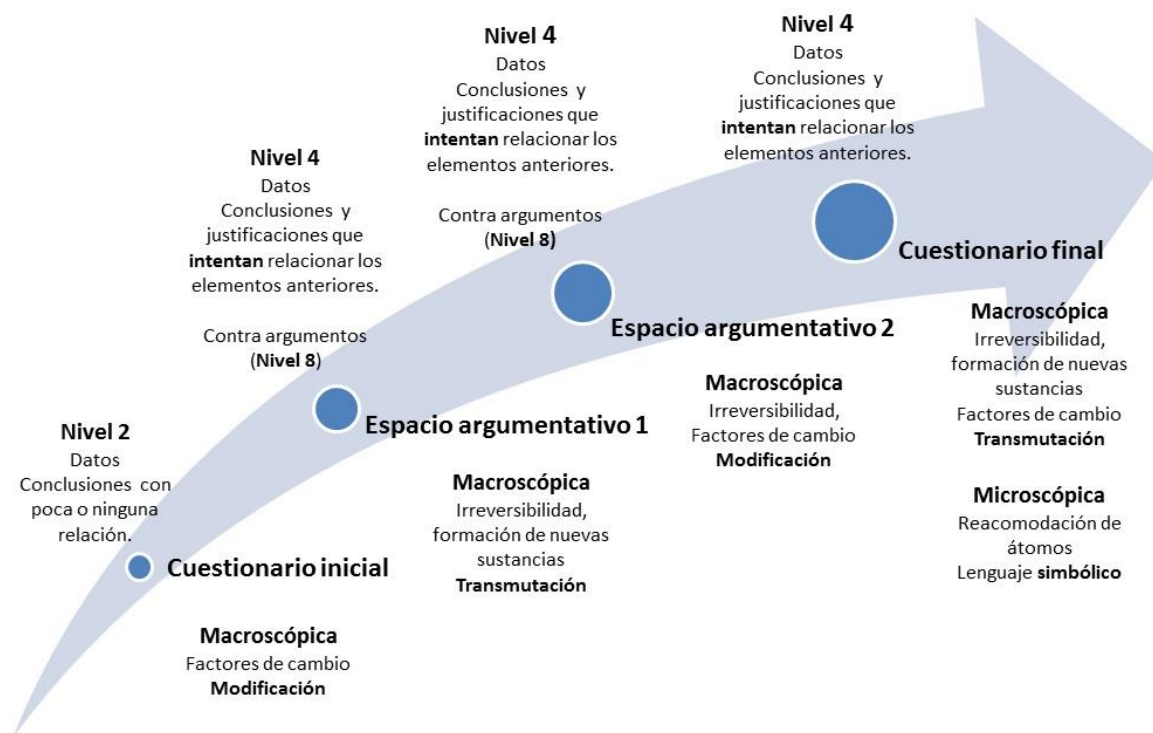


Figura 2.

*Síntesis del análisis de Dauini. Fuente: Elaboración propia.*

En síntesis, como se observa en la figura 3, se puede concluir que el estudiante pasó de un nivel 2 a un nivel 4, lo cual corresponde al 10% de la totalidad de los estudiantes; sin embargo, se evidencia en algunas de sus intervenciones contraargumentos hacia las posturas de sus compañeros; además, se puede observar riqueza en sus argumentos, al incorporar el lenguaje científico y simbólico, lo que le permite un mejor manejo y comprensión del concepto cambio químico. Lo anterior se puede atribuir al trabajo intencionado realizado en la unidad didáctica, el cual estuvo encaminado hacia comprensión del concepto estudiado, en el que se integró pensamiento, lenguaje y acción (Izquierdo, 2004).

Se puede afirmar que a pesar de que Dauini se mantiene de manera general en la representación *macroscópica*, incorpora en algunas de sus respuestas elementos propios de la representación *microscópica* y *simbólica*, las cuales al asumirse desde una correcta coordinación, se convierten en aspectos esenciales para la comprensión del cambio químico (Hernández, 1997). Al mismo tiempo, se permite apreciar que el estudiante se apoya en la *modificación* y en la *transmutación* para explicar el cambio químico.

### 6.2.2 Seguimiento a Jose.

En segundo lugar, se presenta en el análisis comprensivo a Jose, el cual después del análisis que se hizo a las respuestas en el *primer momento*, se puede evidenciar la presencia de conclusiones relacionadas con los datos obtenidos de la situación planteada, según los niveles argumentativos utilizados en la investigación, se encuentra inicialmente en un nivel 3, que corresponde al 65% de la totalidad de los estudiantes; por ejemplo al concluir que la hoja está quemada, en cenizas y relaciona estos datos al aseverar que la hoja de papel no puede volver a su estado inicial, cuando afirma: “*No porque la hoja esta quemada y no se puede regenerar para ser una hoja común y corriente porque ya está en cenizas (C)*”

Además, como se observa en la respuesta anterior, se encuentran datos que a su vez se relacionan con elementos conceptuales que corresponden con la formación de una nueva sustancia “*...ya está en cenizas*” afirmando que se dio un cambio irreversible por efecto del calor, en este tipo de respuesta, el estudiante sugiere como el cambio químico es una transmutación del material, cuando considera que una sustancia se transformó en otra nueva sin relación alguna con las originales (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000).

De igual manera cuando menciona “*La hoja de papel cambio porque pablo la quemó y se recogió a ser ceniza, cambia de color y la forma, (D) a veces se forma más y más fuego (C)*” da muestra que relaciona la formación de una nueva sustancia con el cambio irreversible e identifica los factores de cambio, como propiedades aparentes y perceptibles de color y forma, lo que permite ubicarlo en la representación macroscópica.

Se puede inferir, en este primer momento de exploración de saberes previos, que el estudiante expresa el fenómeno con datos que asume del entorno a través de los sentidos, realizando conclusiones en las cuales pretende describir el fenómeno observado, de manera cortas y simples, empleando un lenguaje sencillo y común, distando del lenguaje científico; estos argumentos se acercan a la metodología de la superficialidad (Gil et al., 1991), citada por Furió & Furió (2000), la cual se refiere a aquellas afirmaciones o razonamientos que se hacen de acuerdo a observaciones cualitativas poco rigurosas. Además, estos argumentos o construcciones que presenta Jose, son propias de la interacción con el mundo social y natural, por lo cual se evidencia la necesidad e importancia de trabajar el lenguaje y la argumentación como los principales medios en la enseñanza de la ciencia (Lemke, 1990. Sutton, 1997. Jiménez-Aleixandre, 1998).

Para el análisis del *segundo momento*, relacionado con el *primer espacio argumentativo*, se tiene la misma situación descrita en el análisis de Dauini; en el cual Jose coincide con Dauini al argumenta que en la experiencia se observa tanto el cambio físico como el cambio químico, postura que mantuvo hasta finalizar el debate. Las intervenciones del estudiante permitieron situarlo en el nivel 4 de argumentación, al presentar justificaciones en las que intentó relacionar los datos y las conclusiones, como se describe en el siguiente fragmento del episodio argumentativo:

E12<sup>7</sup>: => Es un cambio químico (c) porque cuando el papel se está quemando cambia de material se vuelve ceniza (J) entonces.... Y es un cambio físico (C) porque el agua mientras se va quemando se evapora, se va evaporando. (J).

Pa: Veá, Juan (E15)<sup>8</sup> dice que se dan los dos cambios en la vela.

E17: Físico (C) porque se va derritiendo y sigue siendo vela (J) y químico se forma una combustión (J)

Pa: Que dice Jose?

E12: => Veá profe yo digo que hay un cambio químico por el fuego (C) y también hay un físico (C) porque la velita se va derritiendo, unas góticas que se van cayendo que son la parafina pero también es cambio químico por la combustión (J).

En las intervenciones de Jose, se evidencia claramente dos conclusiones a las que el estudiante hace alusión cuando dice “...*hay un cambio químico por el fuego y también hay un físico...*” estas conclusiones se presentan bien soportadas en dos justificaciones bien diferenciadas, al utilizar la conjunción “*porque*” y “*por la*”, y se apoya en datos claros. Al establecer relaciones entre estos elementos, se considera que sus enunciados soportan la conclusión, constituyéndose justificaciones validas desde el concepto abordado, teniendo en cuenta que la justificación es la que le da la validez al argumento y aporta las razones para explicar el fenómeno, Tamayo (2012).

Además, se observa como en sus argumentos establece la diferencia entre los cambios físicos y químicos de la materia, desde una representación *macroscópica* (Jhonstone, 1993), al identificar la evaporación y los cambios de estado por efecto del calor y relacionarlo con la parafina derretida, como también reconocer el proceso de combustión como un ejemplo del cambio químico, el cual lo explica desde la *transmutación* del material, cuando considera que una sustancia se transformó en otra nueva sin relación alguna con las originales (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000), al justificar “...*el papel se está quemando cambia de material se vuelve ceniza...*” convirtiéndose esta categoría muy frecuente en sus respuestas.

---

<sup>7</sup> Corresponde al estudiante número 12 que se está analizando y haciendo el seguimiento, es decir Jose.

<sup>8</sup> El nombre y la etiqueta son del autor.

Por consiguiente, se puede deducir que Jose, en este primer espacio argumentativo, logró incorporar en sus argumentos otros elementos como las justificaciones mucho más elaboradas, en las que se evidencia una relación importante entre los datos y las conclusiones, permitiendo una apropiación un poco más cercana al lenguaje científico y al concepto abordado; lo anterior, posiblemente como consecuencia del proceso argumentativo vivido a través de los debates, en el cual no solo el lenguaje claro fue el principal medio de aproximación de la ciencia a los estudiantes, al demandar de los sujetos la búsqueda de datos que corroboren y fundamenten sus afirmaciones ( Erduran y Simons & Osborne 2004) sino que este, también ayudó a generar un ambiente adecuado y de confianza en las diferentes actividades en el aula de clase (Ruiz, 2013).

En un *tercer* momento se analiza la participación de Jose, dentro de *segundo espacio argumentativo* a partir de la misma experiencia realizada de *La botella mágica* planteada anteriormente. A continuación se relacionan sus intervenciones dentro de los cinco episodios argumentativos llevados a cabo durante la actividad. Tomando en cuenta que Jose se ubica en el primer grupo de discusión, el cual asegura que la sustancia cambia de color por una reacomodación de átomos y por la agitación, en oposición al grupo de Dauini quienes aseguraban que el fenómeno se daba por la presencia de un cambio físico. Se observa entonces su intervención durante el primer episodio argumentativo:

E12: => Profe si es una mezcla (C) pero yo creo que cuando usted le echa eso (compuestos), los átomos no se reacomodan, (C) pero cuando usted lo agita se reacomodan, pero cuando usted los echa no están reacomodados, pero cuando usted lo agita ahí se reacomodan.

En la intervención de Jose, durante este primer episodio argumentativo, se pueden identificar en sus afirmaciones una serie de conclusiones, se podría decir que en una de ellas, hace un intento por justificar el fenómeno, cuando dice: “*pero cuando usted lo agita se reacomodan*”, hace énfasis en la necesidad de agitar la sustancia para que se reacomoden sus átomos, pero no

queda claramente definida la justificación, por la forma en que conceptualiza la idea. De acuerdo a lo anterior se ubica al estudiante en el nivel 4 de argumentación, del marco analítico propuesto por Ruiz (2015), el cual contempla la presencia de datos y conclusiones con una fuerte relación entre ellos.

A su vez, se puede considerar una visión microscópica en su forma de interpretar el fenómeno, Johnstone (1993), cuando hace alusión a la acomodación de átomos, no se queda solo en observaciones de corte cualitativo como lo contempla de metodología de la superficialidad expuesta por Gil et al., (1991), citada por Furio & Furio (2000), sino que va más allá, manifestando superar también la barrera de la subjetividad en la percepción y comprensión de la experiencia observada (Perales & Cañal, 2000).

Dada la posición de los grupos de discusión se plantea entonces un debate entre los dos grupos para que cada uno tenga la oportunidad de defender su postura y convencer al otro sobre su posición acerca de las causas por las cuales la sustancia cambia de color, realizando sus aportes desde sus concepciones previas Viennot, (1979) y Driver (1985) y sus conocimientos del concepto.

E7: Profe como dijo Jose, por ejemplo como usted aquel día que nos estaba explicando que cuando se mezclaba una sustancia eso se volvía gaseoso entonces usted nos estaba explicando que eso era un cambio químico pues entonces lo que está diciendo Jose entonces también debería ser un cambio químico porque pasó de sólido a líquido, así.

Pa: ¡A ver! vea nos van a refutar aquí

E12: Escuchó mal

Pa: ¿Por qué escuchó mal?

E12: => Vea Dauini, es un cambio físico, no es un cambio físico (C) porque sigue siendo agua cuando uno lo revuelve (J), un cambio físico es que si uno lo revuelve se volviera sólido o gaseoso (CT), pero como no se vuelve en ninguna de esas dos, entonces no es un cambio físico (C).

E15: Profe pues vea, yo le tengo una respuesta a Jose, necesariamente no puede cambiar de estado, de líquido a sólido o de líquido a gaseoso, también puede cambiar de color

Dentro de los aportes realizados por Jose durante su intervención en este episodio argumentativo, se pueden identificar conclusiones y una justificación, con lo cual está ratificando



su postura; pero además presenta un contraargumento cuando expone “*un cambio físico es que si uno lo revuelve se volviera sólido o gaseoso*” manifestando su desacuerdo en cuanto a al argumento expuesto por su compañero, quien al contrario de Jose, expone que lo que se presentó en la experiencia fue un cambio físico; por lo anterior la intervención de Jose en este espacio argumentativo estaría en un nivel 8 de la tabla de los niveles argumentativos (Ruiz 2015). Se denota la riqueza del argumento del estudiante en esta intervención, puesto que no se limita a estar en desacuerdo, sino que soporta sus afirmaciones, ofreciéndole una definición conceptual de los cambios físicos.

Dado lo anterior y tomando en cuenta que la intervención realizada por el estudiante era para aclararle a su compañero lo que implica un cambio físico, su conceptualización la realiza desde una representación macroscópica del fenómeno Johnstone (1993), basándose solo en las propiedades físicas observables (Pozo et al, 1998), de acuerdo a las representaciones mentales que se ha formado en torno este concepto, Perales & Cañal (2000), lo que se podría definir como concepciones espontáneas, interiorizadas por el estudiante a partir de sus experiencias físicas, Puigcerver & Sanz (1998), citado por Perales & Cañal (2000).

A manera de conclusión, se puede observar que los argumentos aportados por Jose dentro de estos 5 episodios argumentativos, enriquecieron el desarrollo de estos espacios discursivos, invitando a los opositores a la discusión y confrontación de ideas, mediante los contraargumentos proporcionados. Teniendo en cuenta que el aula es una comunidad de aprendizaje como lo afirma Ruiz (2012) donde se gesta el conocimiento científico, se puede observar la apropiación de un lenguaje más cercano a la ciencia por parte del estudiante. Cabe resaltar que a pesar de que en algunos episodios solo aportó conclusiones, a medida que se fue fortaleciendo el debate la calidad de sus argumentos fue mucho mejor, al presentar justificaciones y contraargumentos,

coherentes con los datos y las conclusiones. En relación a la explicación del fenómeno, reconoce que se presentó una *reacomodación de átomos* debido a la agitación de la sustancia, se podría afirmar que maneja una representación microscópica de la experiencia observada, pero al momento de sustentar su posición le faltaron elementos conceptuales que apoyaran su argumento. Es evidente que aún tiene dificultades para diferenciar un cambio químico de un cambio físico, Pozo & Gómez (1998) y explicar los fenómenos de manera simultánea desde la representación macroscópica y microscópica de la materia (Gabel, 1999).

Tras el análisis y comprensión de los espacios argumentativos, se puede inferir como Jose manifiesta un avance significativo en el nivel argumentativo, en comparación con el primer momento de exploración de saberes previos, al incorporar en sus argumentos justificaciones y contra argumentos (elementos de nivel 4 y 8 respectivamente), lo cual se pudo constatar a medida que se dieron las interacciones discursivas entre la maestra y el estudiante como también entre los compañeros, durante la participación en los dos debates. En este sentido cobra importancia la argumentación como un proceso discursivo que da lugar al razonamiento y al aprendizaje en ciencias a través del lenguaje, especialmente el lenguaje hablado, porque el aprendizaje se demuestra a través de éste, como lo afirma Jiménez (2003). De igual forma es coherente con lo planteado en la investigación de Solbes & Furió (2010), ya que es válido afirmar la importancia de potenciar las competencias argumentativas y los debates en las clases de física y química, los cuales mejoran la actitud de los alumnos más pasivos hacia la ciencia.

En un *cuarto momento*, después de la intervención y la participación de Jose en los espacios argumentativos, se aplicó el cuestionario por segunda vez, el estudiante ofrece en sus textos escritos elementos argumentativos que lo ubican en el nivel 4, dado que posee, de manera implícita los tres componentes fundamentales y una relación general entre ellos, es decir aportar

datos, conclusiones las cuales guardan relación con las justificaciones planteadas, lo que permiten destacar en el estudiante, habilidades de orden discursivo vinculadas con la manera en la que presenta sus respuestas, al no limitarse sólo a presentar unos datos y conclusiones, sino que trata de justificar dichas afirmaciones a partir de los aspectos conceptuales adquiridos sobre el concepto abordado. Al utilizar el conector “*porque*”, permite establecer una relación secuencial entre cada una de las partes incluidas en el texto argumentativo, dando un significado global a la macro estructura del texto. Como se evidencia a continuación:

*“No porque cuando el papel hizo contacto con el fuego del fosforo se desarrolló un cambio químico llamado combustión (J) y el oxígeno (O<sub>2</sub>) es lo que deja que el fuego siga encendido.(D) El fuego atrae el oxígeno (O<sub>2</sub>) hacia el hasta que se muestra el resultado que son las cenizas.(D) Y además es un cambio irreversible.(C)”*

De igual modo, reconoce en sus argumentos escritos, aspectos conceptuales de la combustión como un ejemplo del cambio químico, la cual es un proceso en la que se hace necesaria la presencia del oxígeno y como resultado se obtiene una nueva sustancia la que llama *cenizas*; y relaciona este producto con la *reacomodación de átomos* que según Anderson (1990), citado por Furió & Furió (2000), es lo que más se aproxima a la aceptada por el modelo atómico Daltoniano; el estudiante reconoce este aspecto ocasional en algunas de sus respuestas, y lo relaciona con la *transformación de sustancias*, sin embargo se mantiene la dificultad para expresar las características de las mismas desde la representación microscópica, lo cual reafirma los problemas planteados por Johnstone (1993), en el sentido de que los estudiantes no manejan simultáneamente las representaciones de la materia, al explicar un fenómeno químico.

La representación macroscópica tiene una prevalencia alta en los argumentos escritos de Jose, sin embargo, en algunas de sus respuestas se acerca a la comprensión del concepto tratado

desde la representación microscópica, al reconocer los reactivos en el proceso de oxidación, incluye elementos químicos, se apoya en el lenguaje simbólico, para justificar sus explicaciones, cuando se refiere a: *“Las puntillas se oxidaron y creo que pablo las metió en agua con sal (C) y cambio el olor, el color, la textura,(D) porque el Oxígeno (O<sub>2</sub>) y el metal (fe) hicieron o crearon un cambio químico llamado oxidación.(J)”*

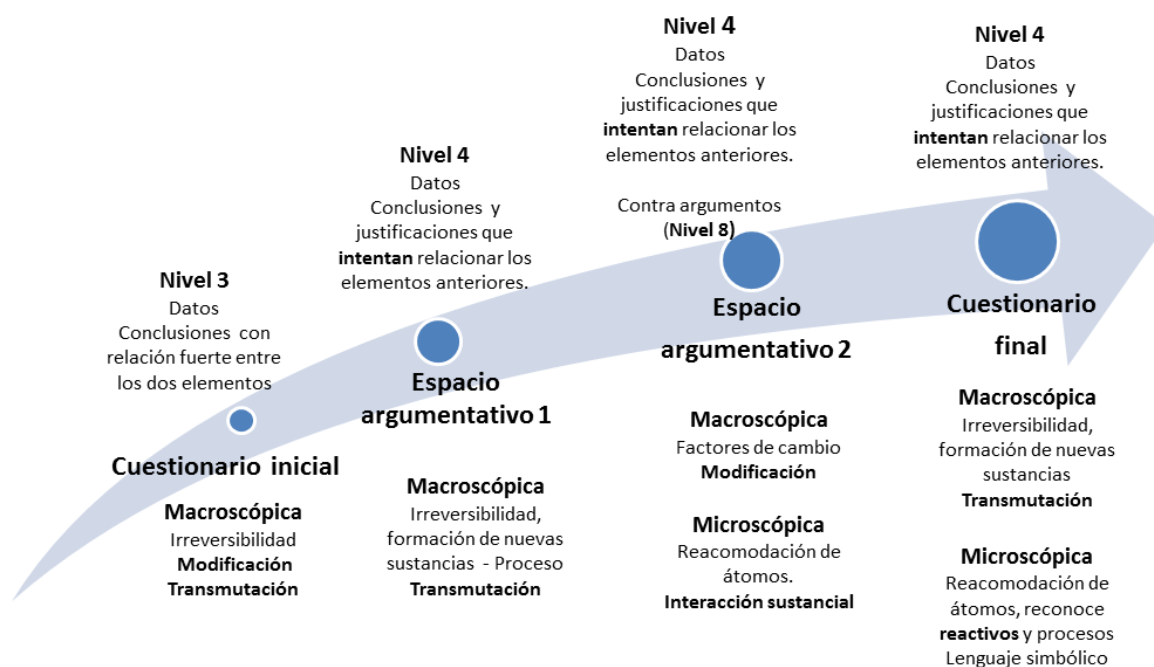


Figura 3.

*Síntesis del análisis Jose. Fuente: Elaboración propia.*

De manera general, y como se observa en la figura 4, se puede concluir que Jose pasó del nivel 3 al nivel 4 de argumentación, lo que corresponde al 25% de la totalidad de los estudiantes; considerando que presenta razones que sustenten los hechos o afirmaciones basadas en sus vivencias cotidianas, incorpora el lenguaje científico, simbólico y presenta una construcción

argumentativa mucho más elaborada. Cabe resaltar que a pesar de que se mantiene en la representación macroscópica, incorpora en algunas de sus respuestas elementos propios de la representación *microscópica y simbólica*, lo que le permite una mejor comprensión del concepto abordado. Del mismo modo, se evidencia que en las respuestas identifica aspectos relacionados con la *modificación* mientras que en otras utiliza la *transmutación* para explicar el cambio químico. Estos avances se dieron principalmente por el desarrollo de procesos argumentativos, en la clase de ciencias naturales, siendo el aula una comunidad de aprendizaje como lo afirma Ruiz (2012).

### **6.2.3 Seguimiento a German.**

Para finalizar, se presenta el análisis comprensivo de German, este estudiante a diferencia de los dos anteriores, en las respuestas escritas en el cuestionario inicial y final, se mantiene en el nivel 3 de argumentación, aunque se observa que en las intervenciones orales empieza a hacer uso de un lenguaje más elaborado e incluye justificaciones, elemento propio del nivel 4 de argumentación.

En un primer *momento*, las respuestas que proporcionó German permitieron evidenciar que predominó en ellas datos y conclusiones, con una mínima relación entre estos elementos, aspectos que caracterizan y son propios del nivel 3 de argumentación, según los utilizados en la investigación (Ruiz, 2015), lo cual corresponde al 65% de la totalidad de los estudiantes.

Es así, como los datos que presenta el estudiante en sus argumentos corresponden al conocimiento cotidiano, cuando se refirió a “*La forma, el olor, el tamaño, fuerza, color, varios pedazos, forma, se enrollaría, queda como polvo (D)...*” lo que le permite llegar a conclusiones simples, al establecer las diferencias y presentar los cambios en la combustión de la hoja, afirma

*no se podría a armar por la ceniza (C)*” lo hace desde explicaciones espontaneas con carácter intuitivo, de esta manera cuando busca dar respuesta al fenómeno acude a los evidenciado por los sentidos (Pozo y Gómez, 1998), aspecto que está relacionado con una mirada desde la representación macroscópica del fenómeno, al apoyarse en los factores de cambio, tales como propiedades aparentes y perceptibles como: el color, la textura y la forma; sin embargo el cambio de color puede considerarse como un primer indicador de un cambio químico, (Robertson 2006), aclarando que no siempre que hay un cambio de color se da un cambio químico, predominando la categoría de la *modificación*, la cual es muy frecuente en sus respuestas, al explicar que la hoja varía su apariencia o algunas de sus propiedades iniciales, pero sigue manteniendo su identidad (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000).

Se infiere, en este primer momento de exploración de saberes previos, que el estudiante se apoya en conclusiones cortas y simples propias de un lenguaje común, responde a datos que recoge del entorno a través de los sentidos y construcciones espontaneas propias de la interacción con el mundo social y natural, lo que Anderson (1990), citado por Furió & Furió (2000) denomina *causalismo simple*, se resalta las descripciones literales del fenómeno observado, con vocabulario escaso, distando del lenguaje científico. Cabe resaltar, que es importante que los estudiantes aprendan a expresar y a defender sus ideas tanto en forma oral como escrita; es por esto que la argumentación en la vida social se ha convertido en un objetivo de la enseñanza tanto en la educación básica primaria como secundaria (Dolz, Cl & E, 1995).

En un segundo *momento*, relacionado con el *primer espacio argumentativo*, de igual manera se presenta la misma situación descrita en el análisis de Dauini y Jose, en el cual German hace parte del grupo que argumenta que en la experiencia se observa tanto el cambio físico como el cambio químico.

Teniendo en cuenta las intervenciones de German, se evidencia la incorporación de elementos tanto conceptuales como argumentativos en su discurso. De esta manera, se logró identificar una conexión explícita entre los datos, las conclusiones y las justificaciones, elementos propios del nivel 4 de argumentación. De modo que, es en la interacción en grupo, mediado por el lenguaje donde se consolidan procesos dialógicos que promueven el aprendizaje y enseñanza de la ciencia (Ruiz, 2015), como se presenta en el siguiente fragmento del episodio argumentativo:

E17<sup>9</sup>: => Es un cambio químico (C) porque cambió de color y pues es combustión, es la combustión un cambio irreversible (J) y la otra... la caja con agua también es....físico (C)  
 Pa: Físico, ¿por qué es físico ahí la caja con el agua?  
 E17: Porque se evapora el agua (J)...  
 E15: Es un cambio físico porque cambió de tamaño y un cambio químico porque combustiona la vela  
 Pa: Vea, Juan (E15)<sup>10</sup> dice que se dan los dos cambios en la vela.  
 E17: => Físico (C) porque se va derritiendo y sigue siendo vela (J) y químico se forma una combustión (J)

Además, las intervenciones de German se caracterizaron por una fuerte interacción con el maestro, al solicitarle explicación frente a las afirmaciones elaboradas, se observa que presentaron enunciaciones precisas frente a los cambios físicos y químicos, utiliza el “*porque*” en las justificaciones estableciendo un vínculo con el caso mismo al presentar razones puntuales, cuando dice: “...*porque se va derritiendo...porque cambio de color...*”; soporta la conclusión al presentar enunciados válidos desde el concepto abordado; frente a las explicaciones de sus compañeros manifiesta estar de acuerdo. Así como lo expresa Jiménez Aleixandre (2010), para desarrollar la competencia argumentativa, exige que en la clase se propongan actividades

---

<sup>9</sup> Corresponde al estudiante número 12 que se está analizando y haciendo el seguimiento, es decir German.

<sup>10</sup> El nombre y la etiqueta son del autor.

colectivas y discursivas, acompañadas de experiencias argumentativas, más que de la enseñanza explícita de los componentes de un argumento.

De igual manera, en los argumentos expresados por German, se muestran elementos o indicadores propios de la representación *macroscópica* (Jhonstone, 1993), como son los factores de cambio, cuando se refiere a la combustión de la vela se apoya en las propiedades aparentes como el cambio de color; e identifica que se da un proceso irreversible, explica el cambio químico desde la *modificación*, donde la hoja varía su apariencia o algunas propiedades iniciales, pero sigue manteniendo su identidad (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000); siendo la *modificación* una categoría dominante en las respuestas del estudiante.

En consecuencia, se puede inferir que German, en este primer espacio argumentativo, incluye en sus argumentos justificaciones que apoyan los datos y las conclusiones, las cuales indican el uso de conceptos más elaborados y cercanos al lenguaje científico relacionado con el concepto abordado; este avance se dio debido a que la actividad se encaminó al desarrollo de procesos discursivos y a la interacción entre los participantes, aspectos que intervienen en la construcción del conocimiento, donde el lenguaje tiene un papel importante en este proceso Kuhn (1993).

En el tercer *momento* del análisis de Germán en relación al *segundo espacio argumentativo*, en el cual se trabajó la experiencia de “La botella mágica”, abordada anteriormente en el análisis de Dauini y Jose; el estudiante se ubica en el primer grupo de discusión, el cual defendió la posición de que la sustancia cambió de color porque se había presentado una reacomodación de átomos por la agitación, trata de dar razones para convencer al grupo oponente de estar equivocados, al referirse a que “*Cuando la profesora agitó el tarro o lo que sea eso, los átomos se desordenaron (C) y vuelven a su estado normal (C)*” identificándose en su intervención



conclusiones, a través de las cuales trata de explicar lo sucedido con la sustancia; estas conclusiones tienen relación entre ellas, ubicando al estudiante en un nivel 3 de argumentación, sin embargo le faltan datos a su argumento, lo que le resta claridad y especificidad a sus afirmaciones. Cabe resaltar que el hecho de participar en estas actividades discursivas, le facilita la apropiación de un lenguaje más cercano al científico y de alguna manera influirá en la movilización conceptual respecto al cambio químico Cazden (1991), Sutton (1997), Jiménez (2003) y Ruiz (2012).

Por otra parte, cuando hace referencia a que “*Los átomos se desordenaron*”, se podría decir que tiene una representación *microscópica* del fenómeno Johnstone (1993), sin embargo dado el análisis hecho a su argumento se puede determinar que le faltan elementos conceptuales que sustentaran su afirmación, por lo tanto es evidente que tiene dificultades a la hora de identificar un cambio químico, manifestando una falta de reflexión a la hora de explicar el fenómeno lo que para Anderson (1990), citado por Furio & Furio (2000) denomina el causalismo simple.

En otra de sus intervenciones se puede apreciar cuando da respuesta a la pregunta propuesta por la profesora, la cual los invita a pensar y luego responder el ¿por qué se debe agitar la sustancia para que cambie de color?, a continuación se relaciona el momento en que participa

Germán:

Pa: Lo van a pensar y luego lo van a decir. ¿Por qué crees que se debe agitar la sustancia para que cambie de color?

E12: Cambia de color (C) porque cuando se agita se transforma la sustancia (J).

E17: Es cambio químico y reacomodación de átomos también (C) porque si no se mezclan los átomos no se revuelven (J)

Pa: Porque recuerden la pregunta, ¿Por qué hay que agitarlo para que cambie de color?.

Se puede identificar un avance en la calidad de su argumento al incluir dentro de este una conclusión y una justificación, lo que lo posicionaría en un nivel 4 de argumentación en este

episodio, es necesario aclarar que la justificación no aporta las razones suficientes para explicar el fenómeno como lo planteado por Tamayo (2012), es por esto que la profesora insiste en el objetivo de la pregunta, porque no hay unas razones de peso que sustente el argumento de Germán.

Sigue prevaleciendo una visión microscópica de la experiencia observada al expresar: “*Es cambio químico y reacomodación de átomos también*”, teniendo en cuenta que la reacomodación de átomos es un indicador de las representaciones microscópicas del concepto Johnstone (1993); al mismo tiempo presenta una contrariedad al afirmar que se presenta un cambio químico y reacomodación de átomos, como si fueran dos cosas diferentes, por lo cual se estima entonces que tiene dificultades al identificar un cambio químico, exponiendo conclusiones, basado en observaciones cualitativas, según la teoría de la superficialidad, Gil et al., (1991), citada por Furio & Furio (2000).

Finalmente, es importante resaltar de Germán su participación durante estos episodios argumentativos, que a pesar de no ser muy notoria su apropiación conceptual respecto al cambio químico, se aventuró a participar en estas actividades discursivas, lo cual le permitió expresar sus puntos de vista, defender la idea que tenía respecto a lo sucedido durante la experiencia realizada, algo que generalmente poco se percibía en otros momentos de las clases, diferentes a los espacios discursivos, al respecto Tamayo (2012) en su investigación sobre el pensamiento crítico en los niños de primaria, reconoce a la argumentación como propia del actuar de los humanos y es sensible a las motivaciones y los afectos. El poder regular nuestras propias expresiones de afectividad en la elaboración de argumentos nos acerca a un mejor conocimiento de nuestra cognición. Por lo antes mencionado, German logró centrar su atención e interés en la

actividad y trascender de un lenguaje coloquial al manejo de un lenguaje más propio de la ciencia, Sardá & Sanmartí (2000).

En definitiva, se puede decir que German durante los espacios argumentativos evidenció un movimiento hacia un nivel argumentativo más estructurado, al incluir elementos de nivel 4 como son las justificaciones, es decir, en ambos debates se nota cómo por medio del lenguaje, German buscan hacer explícitas sus ideas, utilizando términos que hicieran alusión a ideas científicas, lo cual permite una construcción, primero individual y luego colectiva, del conocimiento científico en torno al concepto abordado. Lo anterior permite aseverar que los espacios argumentativos propician la construcción de los conceptos científicos y su apropiación por parte de los estudiantes (Ruiz, Tamayo, & Marquez, 2015). Además, cabe resaltar el trabajo realizado por Merino & Izquierdo (2011), al definir que una actividad científica es competente, cuando involucra a los estudiantes para que pongan a prueba sus capacidades cognitivas: pensar, hacer y comunicar de manera coherente, y lograr aplicar los conocimientos científicos a su propia realidad.

En un cuarto *momento* después de la intervención y la participación de German en los espacios argumentativos, se aplicó el cuestionario por segunda vez, en el cual se evidenciaron cambios en la manera al referirse al fenómeno, como la utilización de palabras relacionadas con el concepto abordado, más cercanas al lenguaje científico. Sin embargo, por los elementos identificados en la estructura argumentativa y las relaciones entre estos, se mantiene en el nivel 3, según la rejilla de orientación de Ruiz (2015).

En este sentido, al analizar las respuestas el estudiante concluye que se da un cambio irreversible por lo cual no se puede volver a escribir en la hoja, cuando dice que “*No porque ya se vuelve ceniza y ya no se puede utilizar y no se puede escribir y es un cambio irreversible y es*

*un cambio químico pero conserva su misma masa (C).*” se apoya en hechos claros como se volvió ceniza, la conservación de la masa para soportar sus razones y conclusiones.

Al igual que en el primer momento, en las respuestas de German se evidencia elementos e indicadores propios de la representación *macroscópica*, como son los factores de cambio para dar razones y apoyar la conclusión, cuando dice “...*puede diferenciarse el cambio químico porque cambia olor, forma, color etc.(D)*”, estos datos permiten inferir que el estudiante explica el cambio químico desde la *modificación*, donde la hoja varía su apariencia o algunas propiedades iniciales, pero sigue manteniendo su identidad (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000). Sin embargo se observa que incorpora en sus respuestas un nuevo elemento, cuando se refiere a la conservación de la masa, “*no porque los dos son papel pero el periódico tendrá más ceniza que el papel(C)*...” reconociendo este aspecto como una característica propia del cambio químico.

De acuerdo a lo anterior, en la interpretación que hizo German del fenómeno, se centró en identificar los cambios observables, se apoyó solo en las propiedades físicas (Pozo et al, 1998), sus conclusiones estuvieron relacionadas con las representaciones mentales y las concepciones espontáneas, que interiorizó a partir de sus experiencias físicas, (Puigcerver & Sanz, 1998), citado por Perales & Cañal (2000). De esta manera se hace relevante la construcción de los nuevos conocimientos a partir de los que ya se posee (Carretero & Limón, 1996).

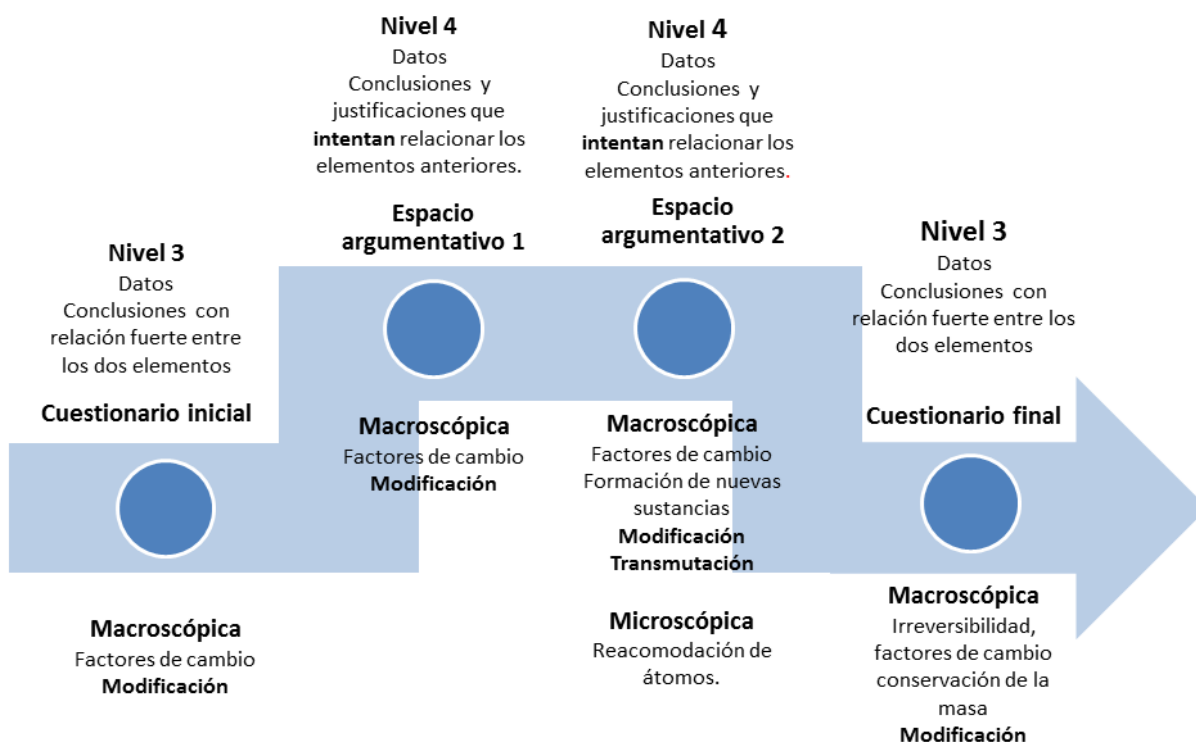


Figura 4.

*Síntesis del análisis German. Fuente: Elaboración propia.*

En pocas palabras y como se evidencia en la gráfica 5, se puede concluir que a pesar de que German se mantiene en la representación macroscópica, siendo muy frecuente el uso de la *modificación* para explicar el cambio químico y en un nivel 3 de argumentación, lo cual corresponde al 40% de la totalidad de los estudiantes, se evidencia en los espacios argumentativos, la inclusión de otros elementos como las justificaciones propias del nivel 4, como también incorpora en sus respuestas escritas palabras más cercanas en relación al lenguaje científico, propias del concepto abordado. Por lo tanto, es necesario promover la cultura científica, en la que se enfatice en el aula, procesos que permitan a los estudiantes, exponer sus

ideas y puntos de vista en un ambiente familiar, que contribuyan a la construcción de una ciencia escolar compartida (Sardá & Sanmartí, 2000).

## 7. Conclusiones

Teniendo en cuenta el análisis realizado y los resultados obtenidos en la investigación, se expone las conclusiones que dan cuenta del alcance de los objetivos y las respuestas a la pregunta de investigación, la cual pretendió comprender las relaciones existentes entre la argumentación y las representaciones del cambio químico, y que de manera intencionada se despliega en tres propósitos específicos.

El proceso realizado para identificar en los estudiantes los niveles argumentativos y las representaciones del cambio químico, permitió mostrar las características iniciales y encontrar aspectos relevantes como:

- Los estudiantes se ubicaron en los niveles 2 y 3 de argumentación, los cuales presentaban en sus discursos escritos poca o alguna relación entre los datos y las conclusiones, se evidenció un nivel explicativo apoyado en opiniones de sentido común, la utilización del lenguaje cotidiano para describir y explicar lo observado, esto confirma la dificultad para elaborar argumentaciones sólidas frente a los casos planteados, generándose justificaciones sin respaldo, basadas en información con poco sustento conceptual.

- La representación *macroscópica*, fue la más frecuente y caracterizó al grupo de investigación, en sus respuestas involucraron aspectos relacionados con dicha representación como: irreversibilidad, nueva sustancia, sustancia inicial, factores de cambio; sus explicaciones se apoyaron en el uso de descripción de la realidad observable, expresando los fenómenos tal como lo percibieron con sus sentidos, relacionaron el cambio químico con dos de los modelos propuestos por Anderson (1990), citado por Furió & Furió (2000) el primero con la *modificación* en la que el material variaba su apariencia (color, aspecto y otros), pero seguía manteniendo su

identidad, y el segundo en el que el proceso químico es entendido como una *transmutación* del material donde se agrupan muchas subcategorías, como por ejemplo las sustancias se transforman en otras nuevas sin relación alguna con las originales.

- A pesar, de mantenerse los estudiantes en la representación *macroscópica* a lo largo del proceso, presentan justificaciones finales mucho más cercanas al concepto, al incorporar en algunas de sus respuestas elementos de la representación *microscópica* y *simbólica*, y evidenciarse el uso de nuevos términos en sus argumentos, cercanos al lenguaje científico que mejoró la estructura argumentativa de los estudiantes. Queda la reflexión sobre la comprensión y consciencia que tienen ellos sobre el uso de dichos lenguajes.

El diseño de la unidad didáctica, encaminada a promover la argumentación en el aula relacionada con la comprensión del concepto cambio químico, permitió mostrar que:

- El reconocimiento de los saberes previos de los estudiantes, sirvió como punto de partida para profundizar en los elementos que obstaculizaban la evolución conceptual Viennot (1979), Driver (1985), a partir de estos, se plantearon estrategias didácticas que permitieron llevar a los estudiantes a otros niveles y poder incidir en la movilización conceptual de estos, para lo cual se diseñaron actividades que promovieron procesos argumentativos y potenciaron la creación de escenarios que privilegiaron el debate, la participación, el trabajo grupal, la investigación individual y el desarrollo del lenguaje propio y necesario para la comprensión y co-construcción del conocimiento científico escolar. La unidad didáctica se enfocó desde las diferentes representaciones de la materia: *macroscópica*, *microscópicas* y *simbólica*, lo que facilitó la adquisición de nuevos aspectos conceptuales en los estudiantes y una mejor comprensión del concepto a partir del análisis de situaciones cotidianas contextualizadas.



- La participación de los estudiantes en los espacios argumentativos, y en especial el seguimiento de los tres estudiantes elegidos de manera intencionada permitieron comprender cómo se dieron las movilizaciones, tanto de los niveles argumentativos como de las representaciones del concepto, y como a través del lenguaje se lograron hacer explícitas las ideas, cobrando relevancia la interacción entre pares en la construcción de conocimientos colectivos, que de manera estructurada se fueron incorporando en las construcciones mentales de cada uno, facilitando la apropiación y la comprensión conceptual del cambio químico. Teniendo en cuenta que el aula es una comunidad de aprendizaje como lo afirma Ruiz (2012) donde se gesta el conocimiento científico.

- En el análisis realizado a los tres estudiantes en los diferentes espacios argumentativos se encontró tendencia hacia un nivel argumentativo más estructurado, estableciéndose relaciones entre los elementos que constituye el argumento, al incluir en estos justificaciones y contraargumentos propios de los niveles 4 y 8, lo cual se pudo constatar a medida que se dieron las interacciones discursivas entre la maestra y los estudiantes, como también entre los compañeros. En este sentido cobra importancia la argumentación como un proceso discursivo que da lugar al razonamiento y al aprendizaje en ciencias a través del lenguaje, especialmente el lenguaje hablado, porque el aprendizaje se demuestra a través de éste, como lo afirma Jiménez (2003).

Finalmente, para interpretar los cambios, movilizaciones y/o transformaciones en los niveles argumentativos y en las representaciones del concepto cambio químico, después de la aplicación de la unidad didáctica, los análisis presentaron como resultado que:

- En general los textos argumentativos son mejores después de la intervención didáctica en la que se incluyeron los espacios argumentativos o los debates, los cuales presentaron

justificaciones en las que intentaban relacionar los datos y las conclusiones, elementos del nivel 4. Se evidenció el uso de lenguajes cercanos al científico que mejoró la estructura argumentativa de los estudiantes y la comprensión conceptual.

- Además, como se mencionó anteriormente, la representación *macroscópica* es la más dominante en el aspecto conceptual, pero cabe mencionar que en los escritos finales aparece con más frecuencia en algunas de las respuestas, un nuevo aspecto relevante para la comprensión del concepto, el cual está relacionado con uno de los modelos alternativos de Anderson (1990), Citado por Furió & Furió (2000), al concebir el cambio químico como una *interacción sustancial* próxima a la aceptada por el modelo atómico daltoniano, y se observan en las explicaciones de los estudiantes aspectos que se refieren a la reacomodación de átomos, propio de la representación *microscópica*, al igual que la utilización de elementos y símbolos químicos para dar razones al referirse a este.

- El trabajo desarrollado muestra cómo promover procesos argumentativos ayuda a transformar de manera gradual la perspectiva conceptual de los estudiantes en relación con un fenómeno en particular y de igual manera, una mejor comprensión del fenómeno favorece los procesos comunicativos, discursivos y argumentativos en el aula. Lo anterior muestra que mientras la comprensión de los conceptos sea confusa, la argumentación con respecto a estos será limitada. Esto lleva a concluir que los estudiantes se aproximan al conocimiento científico a través de los procesos discursivos que se presentan entre ellos y el profesor, quien tiene un papel de orientador y mediador en estos procesos (Ruiz, 2012).

## **8.Recomendaciones**

De acuerdo a los resultados obtenidos del seguimiento y análisis hecho a los estudiantes del grado 5° de básica primaria de la I.E. Santa Sofía sede La Aurora, durante los cuatro momentos del proceso investigativo, se puede comprender la repercusión que tiene la implementación de la argumentación en clase de ciencias, como herramienta esencial para la construcción del conocimiento científico además de facilitar la movilización conceptual en los estudiantes en torno al cambio químico.

No obstante durante el proceso se evidenciaron algunos problemas de orden metodológico que si bien no fueron determinantes en los resultados, hubieran enriquecido mucho más los procesos de análisis y discusión, como es el hecho de que algunos estudiantes fueron más fuertes a la hora de construir argumentos escritos, pero durante la participación en los espacios argumentativos que se hicieron a través de grabaciones de audio, se sintieron cohibidos y prefirieron no participar activamente en ellos; en otros ocurrió lo contrario sus argumentos en los espacios argumentativos fueron muy fluidos y les permitió exponer sus ideas y puntos de vista de acuerdo a las concepciones que habían adquirido durante la intervención para debatirlas frente a sus compañeros, mientras que sus argumentos escritos fueron incipientes.

De acuerdo a lo anterior se hizo evidente la necesidad de haber implementado otros espacios discursivos dentro del proceso como catalizadores para la apropiación del concepto, de esta manera poder lograr una participación más amplia por parte de los estudiantes dejando de ser observadores pasivos a partícipes activos en la construcción del conocimiento, mejorando a su vez los niveles argumentativos tanto en el discurso oral como en el escrito, de acuerdo al marco de referencia propuesto por Ruiz (2015) y de esta manera poder trascender en las representaciones del cambio químico consideradas por Johnstone (1993).

Se observó además que algunos estudiantes durante el primer momento, que se relaciona con la aplicación inicial del cuestionario, presentaron unos argumentos más amplios y fluidos, pero carentes de sustento conceptual apropiado frente al cambio químico, mientras que para el cuarto momento correspondiente a la segunda aplicación del cuestionario, sus argumentos fueron menos extensos pero se notaba la apropiación de un lenguaje científico más apropiado del concepto, dando la impresión que esto limitó la fluidez de sus argumentos. En consecuencia promover la argumentación en clase de ciencias a través de actividades contextualizadas, para generar en ellos aprendizajes que impacten sus vidas, tendría que ser un proceso continuo y permanente, que fortalezca su relación con la apropiación de conceptos de la ciencia.

De acuerdo a las consideraciones anteriores se hace oportuno seguir realizando este tipo de investigaciones en el área de ciencias naturales, que permita evidenciar la argumentación como un factor determinante en la apropiación de conceptos científicos, vinculando actividades discursivas mediadas por el lenguaje, la interacción en el aula, implementando las preguntas abiertas que contribuyan al desarrollo de procesos metacognitivos en los estudiantes, formándolos para que puedan actuar de manera crítica y reflexiva en la sociedad actual.

### Referencias bibliográficas

- Aleixandre, M. P. J. (2010). 10 Ideas Clave. *Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Asimov, I., Cruz, A., & Villena, M. I. (1975). *Breve historia de la química*. Alianza.
- Aymerich, M. M. I. (1994). ¿Cómo contribuye la historia de las ciencias en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias?. *Aula de Innovación Educativa*, (27), 37-40.
- Martín, B., Ángela, R., Mejía Cuenca, N. M., & Hernández Barbosa, R. (2013). *La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias*. *Innovación educativa* (México, DF), 13(63), 17-39.
- Caamaño, A. (2011). *Sustancias químicas elementales y compuestos químicos. Una propuesta didáctica con un enfoque investigativo y de modelización en los niveles macroscópico y submicroscópico*. (p. 45-55)
- Candela, A., & Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso*.
- Candela Martín, A. (1993). *La construcción discursiva de la ciencia en el aula*. *Revista Investigación en la Escuela*, (21), 31-38.
- Carretero, M. (1997). *¿Qué es el constructivismo. Constructivismo y educación, Desarrollo cognitivo y aprendizaje*. México: Ed. Progreso, 39-71.
- Carretero, M., Baillo, M., & Limón, M. (1996). *Construir y enseñar: las ciencias experimentales*. Aique.
- Cazden, C. B. C. B. (1991). *El discurso en el aula: el lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*. Paidós Ibérica,.

- Chamizo Guerrero, J. A. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 25(1), 133-146.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). *Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics*. Research in Science Education, 40(2), 133-148.
- Deslauriers, J. P. (2004). *Investigación cualitativa: guía práctica*. Papiro.
- Dolz, J. (1995). *Escribir textos argumentativos para mejorar su comprensión*. Comunicación, lenguaje y educación, 7(2), 65-77.
- Domínguez Sales, M. C., & Furió Más, C. (2007). *Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico*. Enseñanza de las Ciencias, 2007, vol. 25, num. 2, p. 241-258.
- Driver, R. (1985). *Children's ideas in science*. McGraw-Hill Education (UK). En Ciencias, E. B. D. C. (2004). Naturales y Ciencias Sociales. Ministerio de Educación Nacional República de Colombia.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms*. Science education, 84(3), 287-312.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). *TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse*. Science education, 88(6), 915-933.
- , C., & Furió, C. (2000). *Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos*. Educación química, 11(3), 300-308.
- Gabel, D. (1999). *Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future*. J. Chem. Educ, 76(4), 548.

- Gómez, A. G., & Guillaumin, G. (2009). *Argumentación científica escolar¿ cómo se aborda el problema de la evidencia en una conversación sobre crecimiento en plantas?. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2438-2444.
- Gómez Galindo, A. A., Sanmartí, N., & Pujol, R. M. (2007). *Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria*. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340.
- Gómez, A., Bargalló, C. M., Roca, M., & Sardá, A. (2004). *La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras*. *Investigación en la escuela*, (53), 71-82.
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (1998). *Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización*. *Caderno catarinense de ensino de física*. Florianópolis. Vol. 15, no. 2 (ago. 1998), p. 107-120.
- Henao Sierra, B. L., & Stipcich, M. S. (2008). *Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales*. *Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias*. 7 (1).
- Hernández Pérez, J. (1997). *Dificultades de aprendizaje sobre la naturaleza corpuscular de la materia en la enseñanza secundaria: una propuesta didáctica para superarlas*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación* (Vol. 707). México: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R. Fernández collado C., Baptista L.(2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. México, 4.

- Herrera Herrera, S. P. (2012) *Diseño de una unidad didáctica desde la perspectiva histórica para la construcción del concepto de cambio químico en estudiantes de educación media* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Izquierdo Aymerich, M. (2004, December). *Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modernizar. In Anales de La Asociación Química Argentina* (Vol. 92, No. 4-6, pp. 115-136). Asociación Química Argentina.
- Izquierdo i Aymerich, M., & Adúriz-Bravo, A. (2005). *Los Modelos teóricos para la ciencia escolar: un ejemplo de química. Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 0001-4.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). " *Doing the lesson*" or" *doing science*": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Johnstone, A.H., *The development of Chemistry teaching.*, *Journal of Chemical Education*, 70, 701-703, (1993).
- Kuhn, D. (1993). *Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. Science education*, 77(3), 319-337.
- López Rodríguez, R., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2007). *¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 309-324.
- Marafioti, R. (2007). *Argumentando acerca de la argumentación. Educación y lenguaje*, (6), 148-158.



- Márquez, C., Roca, M., Gómez, A., Sardá, A., & Pujol, R. M. (2004). *La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. Investigación en la Escuela*, 53, 71-81.
- Márquez, C. B., & Roca, M. T. (2009). *Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. Revista Educación y pedagogía*, 18(45), 61-71.
- Martín del Pozo, R. (2001). *Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 199-215.
- Martínez, C. (2015). *Propuesta didáctica para la enseñanza de una química básica en Educación Primaria*.
- Martínez, Navarro Francisco (2011), *Historia de la química*. Publicado en: *Educación, Tecnología*. Tomado de: (Slidershare) [es.slideshare.net/Pattypatuga/historia-de-la-quimica-8656741](https://es.slideshare.net/Pattypatuga/historia-de-la-quimica-8656741)
- Merino Rubilar, C., & Izquierdo i Aymerich, M. (2009). *Aportes a la caracterización del modelo cambio químico escolar*. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Merino Rubilar, C., & Izquierdo i Aymerich, M. (2011). *Aportes a la modelización según el cambio químico*. *Educación química*, 22(3), 212-223.
- Merino Rubilar, C., & Sanmartí, N. (2005). *Análisis de las representaciones de cambio químico en niños de 9-11 años*. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-5.
- Moraga, Toledo, Sylvia Heroska (2013, p 16 – 17) UAB *Modelización del “cambio químico” en el ámbito del ser vivo*.
- Moreira, M. A. (1996). *Modelos mentais. Investigações em ensino de ciências*. Porto Alegre. Vol. 1, n. 3 (dez. 1996), p. 193-232.

- Moreira, M. A., Greca, I. M., & Palmero, M. L. R. (2002). *Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias 13* (Mental models and conceptual models in the teaching & learning of science). *Revista Brasileira de Investigación em Educação em Ciências*, 2(3), 84-96.
- Pairó, S. S., & Aymerich, M. M. I. (1999). *El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. Investigación en la Escuela*, (38), 65-75
- Palmero, M. L. R., Acosta, J. M., & Moreira, M. A. (2001). *La teoría de los modelos mentales de johnson-laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria* (Johnson-Laird's mental models theory and its
- Perales, P., F.J. & Cañal De León, P. (2000, p. 424). *Didáctica de las ciencias experimentales*.
- Pinzón Castaño, L. A. (2014). *Aportes de la argumentación en la constitución de pensamiento crítico en el dominio específico de la química* (Master's thesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira).
- Plantín, C. (2012). *La argumentación: historia, teorías, perspectivas* (p. 114). Biblios.
- Pozo, J. I., & Gómez Crespo, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*.
- Puig, N. S., Vela, C. P., & Jorge, A. S. (2009). *Argumentación en clases de ciencias. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1709-1714.
- QUINTANILLA, M., DAZA, S., & MERINO, C. (2010). *Unidades didácticas en biología y educación ambiental. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico*. Fondecyt, 4, 12-32.
- Rubilar, C. M., & Izquierdo, M. (2011). *Aportes a la modelización según el cambio químico*. Educ. quím, 22(3), 212-223.

- Ruíz, Ortega, F. J. (2013). *Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2).
- Ruiz, F. J., Tamayo, Ó. E., & Márquez, C. (2013). *La enseñanza de la argumentación en ciencias: Un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1).
- Ruiz Ortega, F. J., & Márquez, C. (2014). *Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 0053-70.
- Ruiz Ortega, F; Tamayo Álzate, O y Márquez Bargalló, C (2015). *La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. Educ. Pesqui., São Paulo*, v. 41, n. 3, p. 629-646.
- Robertson, B. (2006, February). *Why does a color change indicate a chemical change?* *Science and Children*, 43(6), 48-49.
- Sánchez-Castaño, J. A., Castaño-Mejía, O. Y., & Tamayo-Alzate, Ó. E. (2015). *La argumentación metacognitiva en el aula de ciencias/Metacognitive argumentation in the science classroom/A argumentação metacognitiva nas aulas de Ciências. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 13(2), 1153.
- Sanmartí Puig, Neus y Sardà J, Anna (2000). *Enseñar a argumentar científicamente, un reto en las clases de ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias*. 18 (3), 405-422.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 239-276.

- Sanmartí, N., & Aymerich, M. M. I. (1997). Reflexiones en torno a un Modelo de Ciencia Escolar. *Investigación en la Escuela*, (32), 51-62.
- Sanmartí, N.; Pipitone, C. y Sardà, A. (2009). *Argumentación en clases de ciencias*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1709-1714.
- Solbes, J., Ruiz, J. J., & Furió, C. (2010). *Debates y argumentación en las clases de física y química*. *Alambique*, 63, 65-76.
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(1), 21-25.
- Tamayo Alzate, O. E., & Sanmartí, N. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1(1), 181-205.
- Tamayo, A. O. E., & Sanmartí, n. (2009) evolución conceptual en clases de ciencias. Algunos aportes desde la filosofía de la ciencia, la ciencia cognitiva y el lenguaje.
- Tamayo A., O. E. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17).
- Tecnología, C. d. (2008). Tomado de: [www.google.com](http://www.google.com). *Toulmin, S. E., Morrás, M., & Pineda, V. (2007). Los usos de la argumentación. Península.*
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221.
- Zapata, C. H., & Restrepo, E. A. (2004). Estrategia didáctica para diferenciar entre un cambio químico y un cambio físico de la materia.

## Anexos

### Anexo A Cuestionario único

#### INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA SOFÍA 2016

#### CUESTIONARIO GRADO 5º

**NOMBRE** \_\_\_\_\_ **FECHA** \_\_\_\_\_

A continuación encontraras una serie de preguntas, y situaciones léelas atentamente y responde, escribiendo sobre las líneas.

Pablo realizó el siguiente experimento: arrugó lo más que pudo una hoja de papel, luego la colocó en un recipiente metálico, prendió un fosforo y la quemó, seguidamente observó lo que sucedía.



1. ¿La hoja de papel que Pablo quemó, puede regresar a su estado original? ¿por qué?

---

---

---

---

2. Al quemar Pablo la hoja de papel, ¿Qué cosas me indican que la hoja de papel cambió?

---

---

---

---

3. ¿Puede Pablo, volver a escribir sobre la hoja de papel quemada? ¿por qué?

---

---

---

---

4. ¿Si comparamos las cenizas de la hoja que Pablo quemó, con las cenizas de un periódico; es posible diferenciarlas?

---

---

---

---

5. Si Pablo compara las puntillas de las gráficas ¿Qué crees que le sucedió a las puntillas de la gráfica 2 y por qué?

Gráfica 1



Gráfica 2



---

---

---

---

## Anexo B Unidad didáctica

### PROPUESTA DE CLASE SOBRE EL CAMBIO QUÍMICO GRADO 5 DE 2016

Adriana Cardona Muñoz – Mónica Alexandra Henao Flórez.

OBJETIVO GENERAL	Promover procesos argumentativos que permitan la comprensión del concepto de cambio químico.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
✓ Describir las variaciones percibidas en el proceso de un cambio químico.		
✓ Explicar situaciones cotidianas donde se observan cambios químicos.		
✓ Demostrar y justificar la formación de nuevas sustancias a partir de un cambio químico.		
ACTITUDINAL	Participar en trabajos de orden autónomo, colaborativo y reflexivo a través de las actividades realizadas.	
PROCEDIMENTAL	Registrar y analizar las observaciones y resultados de manera organizada, justificando sus conclusiones en la realización de actividades relacionadas con los cambios químicos.	
CONCEPTUAL	Desarrollar habilidades para la comprensión e identificación del cambio químico y diferenciarlo de otro tipo de cambios o transformaciones que le suceden a la materia a través de actividades argumentativas.	
ESTÁNDARES DE COMPETENCIA		
➤ Registro mis observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa (sin alteraciones), en forma escrita y utilizando esquemas, gráficos y tablas.		
➤ Verifico que en mi entorno se genera cambios físicos y químicos (cocción)		
➤ Cumpló mi función cuando trabajo en grupo, respeto las funciones de otros y contribuyo a lograr productos comunes.		
POBLACIÓN A QUIEN ESTÁ DIRIGIDA	Se trabajará con los estudiantes del grado 5° de la Institución Educativa Santa Sofía sede La Aurora en Dosquebradas. Los niños se encuentran entre los 10 y 13 años. En básica primaria no se abordan a profundidad los temas de química, por lo tanto los estudiantes no relacionan sus conocimientos acerca del tema, no quiere decir que no los tengan.	
TIEMPO	NÚMERO DE SESIONES	NÚMERO DE HORAS
	16	Cada sesión contará con dos <b>hora</b> promedio para su desarrollo.
TEMA	GENERAL	ESPECÍFICOS
	Cambio químico	Materia, sustancias, cambios, propiedades, transformaciones.
MATERIALES	Tecnológicos como: Televisor, memoria USB, videos. Fotocopias, lápiz, colores, láminas. Para el laboratorio: Bomba, bicarbonato de soda, vinagre, botella plástica, embudo, palillos, fósforos, Erlenmeyer, hidróxido de potasio (KOH), Glucosa (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> ), Azul de metileno (C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> ClN <sub>3</sub> S) y agua (H <sub>2</sub> O)	

## **DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA**

### **“COMPRENDIENDO LOS CAMBIOS QUÍMICOS EN MÍ ENTORNO”**

El diseño de la unidad didáctica se estructura desde el ciclo de aprendizaje, la cual considera cuatro fases que son: Exploración, Introducción de nuevos conceptos, Sintetizar y Aplicación; las anteriores fases son abordadas desde las representaciones identificadas para la enseñanza del concepto de cambio químico donde en un primer momento se orientan las actividades teniendo en cuenta el aspecto macroscópico, y en un segundo momento las actividades son orientadas hacia los aspectos microscópico y el simbólico.

#### **1. Exploración.**

**Objetivo:** identificar las preconcepciones de los estudiantes con respecto a la noción del concepto de cambio químico y los niveles argumentativos.

#### **Actividad.**

**Ideas previas:** A través de la aplicación del cuestionario inicial se explora los saberes previos de los estudiantes frente al concepto de cambio químico y los niveles argumentativos presentes en cada una de las respuestas, análisis que nos permite además de identificar las representaciones presentes en el aprendizaje del concepto, definir las categorías a intervenir con la aplicación de la secuencia didáctica.

Como referentes teóricos tenemos primero las representaciones identificadas para la enseñanza del concepto, propuestos por Johnstone (1993), Gabel (1999), asumidos en esta investigación como punto de partida para la enseñanza del concepto, (Tabla 1)



Tabla 1. Representaciones del cambio químico

Representaciones sobre el concepto			
Nombre	Características	Indicadores	Obstáculos
<b>Representación Macroscópica</b>	Representación y descripción de la realidad observable. Se caracteriza por explicar que sucede.	<u>Tipo de cambio irreversible.</u> <u>Formación de una nueva sustancia.</u> <u>Cambios visibles: de color, olor, tamaño, y otros.</u> Reconocer las sustancias iniciales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar que sustancia y materia es lo mismo.</li> <li>• Confundir el cambio químico con un cambio de estado o un proceso de disolución.</li> <li>• Explicar los fenómenos basados en intuiciones y no en conceptos científicos.</li> </ul>
<b>Representación Microscópica</b>	Representación e interpretación de procesos mediante partículas submicroscópicas como átomos y moléculas. Se caracteriza por explicar por qué sucede un fenómeno.	<u>Reordenación de átomos, representada a través de la modelización.</u> <u>Reconocer los reactivos y productos de cada cambio químico.</u> <u>Ley de la conservación de la masa</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El producto de una reacción química es una mezcla de los reactivos.</li> <li>• Reconocer que los productos existen previamente a la reacción química y que esta permite su manifestación.</li> <li>• Atribuir a las partículas propiedades de las sustancias (sustancialización, Sanmarti 1995)</li> </ul>
<b>Representación Simbólica</b>	Constituido por símbolos químicos, formulas y ecuaciones.	<u>Identifica los símbolos químicos.</u> <u>Identifica la ecuación correspondiente con fórmulas.</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocer el significado de lo que es un esquema de reacción o ecuación química en las que se simbolizan los átomos y moléculas</li> </ul>

De igual manera se tomó como punto de partida los aportes presentados por Ruiz (2015), donde se encuentra que la calidad de los argumentos, los cuales se puede evaluar desde los siguientes niveles argumentativos (tabla 2).

Tabla 2. Niveles argumentativos por Osborne, Erduran y Simons (2004) y modificada por Francisco Ruiz

Nivel	Características o indicadores
1	Comprende argumentos que solo presentan una o más conclusiones o presentan datos.
2	Aquellos argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando poca o ninguna relación entre estos dos elementos.
3	Aquellos argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una o más conclusiones, presentando relación fuerte entre estos dos elementos.
4	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, una o más conclusiones y al menos una justificación, que intenta relacionar los elementos anteriores
5	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, una o más conclusiones y al menos una justificación que relaciona claramente los elementos anteriores

6	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos, conclusiones, justificaciones y/o refutaciones con coherencia entre dichos elementos.
7	Argumentos constituidos por datos, conclusiones, justificaciones y respaldo teórico, con coherencia entre dichos elementos.
8	Argumentos en los que se identifican datos, conclusiones, justificaciones, respaldos, contraargumentos y cualificadores con coherencia entre dichos elementos.

## 2. Introducción a nuevas ideas y conceptos.

### 2.1 Representación Macroscópico.

**Objetivo:** el estudiante construye en esta fase el concepto de cambio químico a un nivel **macroscópico** de la materia a través del análisis de situaciones cotidianas que favorezcan los procesos argumentativos.

**Actividades:** las actividades propuestas nos permiten acercar al estudiante al análisis de situaciones cotidianas en donde deben responder preguntas en orden de la explicación y argumentación, con el fin de contribuir en la construcción del concepto de cambio químico.

#### Actividad 1.

**Para iniciar:** se organiza el grupo para que la docente pueda realizar la experiencia de la **combustión de un palillo de madera**, se explica al grupo el procedimiento y se invitan a los estudiantes a plantear hipótesis del fenómeno a observar y de lo que va a suceder a través de preguntas orientadoras, las cuales serán respondidas de manera escrita en forma individual.

- ✓ ¿Cómo le explicarías a tu compañero que ha cambiado en el palillo al contacto con el fuego?
- ✓ ¿Las sustancias que forman el palillo inicial son las mismas que se obtienen al final del proceso? Justifica tu respuesta.
- ✓ Describe o explica una situación similar a la anterior y expone ¿por qué sucede este cambio?

Después se organizaran por pequeños grupos con el fin de socializar sus respuesta, escribirán sus conclusiones grupales y entregarán su producto, nombraran a un representante para que lean sus aportes; Seguidamente se socializará ante el gran grupo.

### Actividad 2.

Con el fin de continuar con el interés y expectativa se presentará a los estudiantes una animación en el siguiente link: [http://52.89.54.85/G\\_5/S/S\\_G05\\_U01\\_L05/S\\_G05\\_U01\\_L05\\_01\\_01.html](http://52.89.54.85/G_5/S/S_G05_U01_L05/S_G05_U01_L05_01_01.html) en la cual aparecen dos niños quemando papel higiénico en entorno a este fenómeno se realizaran preguntas orientadoras, para ser resueltas en pequeños grupos, se les entregará una hoja para que describan el proceso y transformación de la sustancia en este caso el papel, e identificar los cambio que se observan a través de preguntas que fomenten la argumentación y la explicación.

- ✓ Consideras que el papel tuvo cambios, qué pruebas podrías exponer para apoyar la respuesta anterior.
- ✓ ¿Qué pudo ocasionar los cambios en el papel?

Se recordará la situación similar planteada en el cuestionario sobre la hoja de papel que quemó Pablo, para ir reconociendo los cambios que se dan en el proceso de combustión del papel como el color y la producción de gases. Luego de socializar las justificaciones, la docente expone y precisa conceptos de irreversibilidad y ejemplos de procesos que generan nuevas sustancias como la **combustión**.

### Actividad 3.

Se organiza el grupo para continuar el desarrollo de las actividades grupales se presentará la siguiente situación problema la cual se entrega en una copia para que en pequeños grupos la analicen y escriban sus explicaciones.

“Sebas y Lili están de vacaciones en la finca. Un día caminando encontraron una bicicleta abandonada, mejor dicho, lo que quedaba de varias piezas de hierro, enterradas en la orilla del camino, con el metal carcomido en los bordes y como granuloso, con un olor sucio y de color rojizo. Donde se conservaban restos de pintura, el metal parecía liso y a salvo del deterioro. ¡Vamos a repararla y armarla para poderla disfrutar el resto de nuestras vacaciones! Celebraron los chicos...



¿Cómo pueden Sebas y Lili explicar lo que le sucedió a la bicicleta que encontraron en el camino? ¿Cómo pueden ellos identificar los cambios en el metal?

Después socializan las respuestas y se va escribiendo las conclusiones en el tablero. Seguidamente se relaciona la anterior situación con la planteada en el cuestionario sobre las puntillas, se presentan las imágenes y se invitan a los estudiantes a exponer sus argumentos en torno a la siguiente pregunta ¿Qué crees que le sucedió a las puntillas de la gráfica 2 y por qué?

Para comprobar el proceso de oxidación de la puntilla y las hipótesis iniciales planteadas por los estudiantes se realizará la experiencia en clase, donde se sumerge una puntilla nueva en agua con sal de mesa, que es la razón por la cual el agua de mar es más corrosiva, se observan los cambios producidos los cuales serán relacionados con la situación anterior, se identifican las sustancias iniciales y la sustancia final.

#### **Actividad 4**

Se parte del interrogante ¿En qué otras situaciones podemos ver la oxidación en materiales diferentes a los metales?

En construcción conjunta se dará respuesta a la pregunta planteada anteriormente, con el fin de introducirnos a la siguiente situación problema en relación a la oxidación en las frutas, para ello se presentará la siguiente situación a través de una copia para que en pequeños grupos la analicen y escriban sus explicaciones, para luego ser socializados ante el gran grupo.

“La mitad de una manzana se deja en la mesa durante una semana. Después, se viene a revisar y se ve rodeada de moscas, de color café, podrida y de ella emana un mal aroma”

- ✓ ¿Cómo puedes explicar este fenómeno observado en la manzana?
- ✓ Los cambios que sufrió la manzana son reversibles o irreversibles, justifica tu respuesta.

#### **Actividad 5**

- ✓ Terminada la socialización de manera individual debe responder las siguientes preguntas en relación a la meta cognición como son:

¿Hasta el momento qué he aprendido de los fenómenos o situaciones analizadas en clase? <hr/> <hr/> <hr/>
¿Qué he entendido sobre los fenómenos o situaciones analizadas en clase? <hr/> <hr/> <hr/>
¿Qué cosas no acabo de entender sobre los fenómenos o cambios irreversibles? <hr/> <hr/> <hr/>

Una vez finalizada la serie de actividades relacionadas con la representación macroscópica, se recoge las respuestas para realizar una evaluación formadora.

## 2.2 Representación microscópica y simbólica

**Objetivo:** el estudiante construye en esta fase el concepto de cambio químico desde los aspectos *microscópico* y *simbólico* de la materia a través de la experimentación y modelización de fenómenos químicos y a su vez desarrollar los procesos argumentativos.

**Actividades:** las actividades propuestas nos permiten acercar al estudiante a la comprensión del cambio químico desde las representaciones *microscópica* y *simbólica* a través de la experimentación, análisis de fenómenos químicos y la modelización de partículas, dibujos, esquemas, utilización de símbolos y fórmulas sencillas que permita explicar qué sucede internamente y en donde deben responder preguntas en orden de la explicación y argumentación, con el fin de contribuir en la construcción del concepto de cambio químico.

### Actividad 6

Se organiza el grupo formando una mesa redonda, se presenta los materiales y se explica en que consiste la experiencia **o *reacción química del vinagre y el bicarbonato de sodio***, se habla de las sustancias y lo que puede pasar al entrar en contacto una con la otra. Se invita a que resuelvan la pregunta de predicción planteada justificando su respuesta por pequeños grupos.

¿Indica qué le pasaría al globo si añadimos bicarbonato al vinagre?

Se escribe en el tablero las predicciones y sus justificaciones, lo más variadas posibles, y promoviendo la participación de todos los y las estudiantes. Después de realizar la experiencia, deben realizar un dibujo explicando lo que sucede internamente en las sustancias que intervienen en el experimento del globo antes y después de añadir bicarbonato al vinagre.

¿Según tu dibujo por qué se infla el globo?

Después de socializar las respuestas, la docente realizará un esquema en el que se visualice las características que indican que se dio un cambio químico.

### Actividad 7

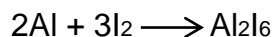
Se retoma el experimento de la oxidación de la puntilla, para que expliquen que le sucede al hierro al entrar en contacto con el oxígeno, es decir internamente se da la reordenación de átomos, se presentará a través de modelos elaborados con bolitas de icopor, mostrándole al estudiante lo que puede ser una explicación o modelo microscópico en la formación de la molécula de óxido férrico. Se aprovecha el modelo de bolas para ir explicando la conservación de la masa.

Además se utilizan la ecuación química asociada a la acción del oxígeno en el proceso de oxidación del hierro u la producción de óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ); se identifican los reactivos y productos.

## Actividad 8

Seguidamente la docente realizará la siguiente experiencia que permitirá visualizar algunas características del cambio químico con dos sustancias Aluminio y yodo, los cuales se mezclan y al contacto con el agua forman una reacción química, se combinan y producen una nueva sustancia con características diferentes, las cuales se nombran con la ayuda de los estudiantes. Se establece la diferencia entre mezcla y reacción química, escribiendo en el tablero las conclusiones.

Se invita a los estudiantes a que por pequeños grupos identifique los reactivos y productos del cambio químico observado anteriormente; Se le escribe la fórmula y se nombra el compuesto yoduro de aluminio, es decir:



Utilizando bolitas de plastilina o icopor realizar el modelo de la reacción química anterior, responder las preguntas orientadoras donde expliquen y justifiquen

¿Por qué se dio un cambio químico?

¿Qué pruebas podrías exponer que indiquen que se dio un cambio químico?

¿Cómo explicas la ley de la conservación de la masa en la reacción del aluminio y yodo?

Se socializan las respuestas por grupos, se exponen las maquetas desde el modelo de bolas, se complementa la información, y se van organizando las ideas claves en el tablero.

## 3. Sintetizar

### 3.1 Representación Macroscópica

**Objetivo:** el estudiante organiza en esta fase los conceptos en relación al cambio químico desde la representación *macroscópica* de la materia a través de planteamiento de ejemplos de situaciones donde se presenten cambios químicos en sus casas y justificarlos de tal manera que favorezcan los procesos argumentativos.

**Actividades:** las actividades propuestas permiten integrar los conceptos desarrollados en relación al cambio químico mediante el planteamiento de ejemplos de situaciones cotidianas y

justificarlos, fomentando la explicación y argumentación utilizando el lenguaje científico adecuado.

### Actividad 9

La profesora explica el concepto de cambio químico a través de un mapa conceptual, retomando los ejemplos anteriores va identificando lo que sucede y como a partir de unas sustancias iniciales se obtienen otras diferentes, además de cómo podemos reconocer un cambio químico o las características que me indiquen que se dio un cambio químico; como son los cambios visibles de color, olor, tamaño entre otros.

Además la docente se apoya del siguiente video para ampliar el concepto: <https://www.youtube.com/watch?v=wtxituz7HxE> el video no solo se comparan los cambios físicos con los cambios químicos, sino que permite identificar como reconocer los cambios químicos.

### Actividad 10

Seguidamente se seleccionan grupos de forma aleatoria para plantear ejemplos de situaciones donde se presenten cambios químicos en sus casas y justificarlos; además de identificar los reactivos y productos. Se socializan los trabajos y a medida que se vayan exponiendo se cuestiona al resto del grupo si el ejemplo planteado da muestra de un cambio químico, se escriben las puestas en común o las discrepancias en una rúbrica o instrumento de coevaluación grupal, como la siguiente:

Nombre de los integrantes del grupo:	Escriba el ejemplo expuesto por sus compañeros sobre el cambio químico:
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____



¿Cómo pueden reconocer si el ejemplo expuesto por sus compañeros es un cambio químico o de otro tipo?

---



---



---



---



---

Se invita a escuchar los aportes de los compañeros, se recoge el instrumento y la docente va haciendo la retroalimentación estableciendo la relación entre el concepto de cambio químico y las manifestaciones de cambio que permiten establecerlo como tal, se abre espacio para aclarar dudas de los diferentes grupos o estudiantes y a modo de conclusión se da la intervención por parte del docente.

### 3.2 Representación microscópica y simbólica

**Objetivo:** el estudiante organiza en esta fase los conceptos en relación al cambio químico desde una representación *microscópica* y *simbólica* de la materia por medio del análisis de fenómenos o reacciones químicas, donde explique y justifique sus argumentos desde el lenguaje científico de tal manera que se favorezcan los procesos argumentativos.

**Actividades:** las actividades propuestas permiten integrar los conceptos desarrollados en relación al cambio químico mediante el análisis de fenómenos o reacciones químicas, justificarlas, modelando la reacción interna y reordenación de átomos, fomentando la explicación y argumentación utilizando el lenguaje científico adecuado.

#### Actividad 11

Se presentarán los diferentes fenómenos o reacciones químicas para que por pequeños grupos las analicen, construyan los modelos y justifiquen sus respuestas, posteriormente se realizará una puesta en común y su discusión en plenaria.

## Texto 1

El nombre de amoníaco deriva del nombre dado a una divinidad egipcia: Amón. Los egipcios preparaban un compuesto, cloruro amónico, a partir de la orina de los animales en un templo dedicado a este Dios. Cuando se llevó a Europa mantuvo ese nombre en recuerdo de la sal de Amón.

El amoníaco es un gas incoloro, de olor característico por lo nauseabundo y penetrante. Se produce naturalmente en la descomposición de la materia orgánica, y también es producido a nivel industrial. A temperatura ambiente se disuelve fácilmente en agua y se evapora con rapidez.

**Obtención de amoníaco a nivel industrial:** El proceso mediante el cual se obtiene amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) recibe su nombre de los químicos que lo idearon Haber-Bosh (Fritz Haber y Carl Bosch recibieron el Premio Nobel de química en los años 1918 y 1931). Este proceso es el resultado de la combinación directa entre el nitrógeno (proveniente de la atmósfera) y el hidrógeno (proveniente del gas natural), ambos en estado gaseoso.

Los usos más comunes de amoníaco se dan en la fabricación de productos de limpieza, fertilizantes, en la fabricación de ácido nítrico, en la industria de los plásticos y colorantes, y líquido como refrigerante.

Fuente: <http://quimica.laguia2000.com/general/obtencion-del-amoniaco>

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/quimica/amoniaco>



Observa los datos de la tabla, luego con la ayuda de tus compañeros, construye el modelo tridimensional (con bolas de icopor o plastilina de diferentes colores, utiliza palillos para los enlaces entre los átomos) representa las sustancias que intervienen la representación **microscópica** en la producción de amoníaco.

Reacción	Reactivos	Productos
Obtención del Amoníaco a nivel industrial	Nitrógeno N Hidrógeno H	Amoníaco $\text{NH}_3$

Formula de la obtención del Amoníaco.	$\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \longrightarrow 2 \text{NH}_{3(g)}$
---------------------------------------	--

El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula está compuesta por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) y cuya fórmula química es:  $\text{NH}_3$ . En relación a la

información y el modelo tridimensional construido sobre la obtención del Amoniaco a nivel industrial:

¿Explica que sucede internamente al combinar el nitrógeno (N) con el hidrógeno (H)?

¿Cómo explicas la ley de la conservación de la masa en la obtención del Amoniaco a nivel industrial?

## Texto 2



El gas metano constituye hasta el 97% del gas natural, es un producto derivado de la descomposición de la basura orgánica (alimentos, animales, plantas, etc.). Ocurre que este gas, en lugar de dejarlo escapar a la atmósfera, se almacena a través de sistemas confinados (cámaras), para luego transportarlo en tuberías hasta las casas para ser empleado como combustible para la calefacción y para cocinar. A este combustible se le denomina biogás.

El metano es un gas efecto invernadero relativamente potente que contribuye al calentamiento del planeta Tierra.

Fuente: <https://prezi.com/0yucbanc7hcj/reacciones-quimicas-reaccion-de-combustion-del-metano/>

Observa los datos de la tabla, luego con la ayuda de tus compañeros, construye el modelo tridimensional (con bolas de icopor o plastilina de diferentes colores, utiliza palillos para los enlaces entre los átomos) representa las sustancias que intervienen en la representación **microscópica** en la combustión del metano.

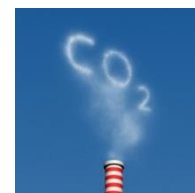
Reacción	Reactivos	Productos
Combustión del metano	Metano CH <sub>4</sub> Oxígeno O <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub> Agua H <sub>2</sub> O

Formula de la ecuación química: combustión del metano.	$\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}$
--	---

En relación a la información y el modelo tridimensional construido sobre la combustión del metano ¿Explica que le sucede internamente al metano al entrar en contacto con el oxígeno del aire? ¿Cómo explicas la ley de la conservación de la masa en la reacción química de la combustión del metano?

## Texto 3

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas asociado al fenómeno conocido como efecto invernadero, el cual permite que la tierra mantenga una temperatura adecuada para el desarrollo de la vida como la conocemos. Sin embargo, el abuso en la quema de combustibles fósiles ha incrementado este gas en la atmósfera, lo que genera su sobrecalentamiento, que daña a muchos seres vivos y se asocia con el cambio climático.



Observa los datos de la tabla, luego con la ayuda de tus compañeros, construye el modelo tridimensional (con bolas de icopor o plastilina de diferentes colores, utiliza palillos para los enlaces entre los átomos) representa las sustancias que intervienen en la representación **microscópica** en la producción del dióxido de carbono.

Reacción	Reactivos	Productos
Molécula del dióxido de carbono	Carbono C Oxígeno O <sub>2</sub>	Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>

Formula de la molécula del dióxido de carbono	$\text{C}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)}$
---	---

En relación a la información y el modelo tridimensional construido sobre la molécula del dióxido de carbono explica

¿Qué sucede internamente al unirse el Carbono (C) con el oxígeno (O)?

¿Cómo explicas la ley de la conservación de la masa en la formación de la molécula del dióxido de carbono?

Teniendo en cuenta la lectura anterior y relacionándolo con el texto 2 sobre el gas metano, encontramos que el incremento del dióxido de carbono como **producto**, altera el funcionamiento natural del medio ambiente, justifica:

¿Consideras como medida viable disminuir en lo posible el uso de vehículos que utilizan combustibles fósiles al igual que los incendios forestales? Justifica.

¿En qué mejora esta situación el desarrollo de tecnologías que utilicen combustibles alternativos y no produzcan dióxido de carbono como producto?

Una vez terminada la puesta en común y la plenaria alrededor de los textos analizados, se realiza la retroalimentación por parte de la docente y se invitan a los estudiantes a continuar con el proceso y a evaluar de manera individual lo aprendido.

### Actividad 12

De manera individual deben responder las siguientes preguntas en relación a la meta cognición como son:

¿Qué he aprendido sobre el cambio químico?
_____
_____
_____
¿Qué le dirías a un compañero si te pregunta qué es un cambio químico?
_____
_____
_____
¿Cómo he aprendido lo del cambio químico?
_____
_____
_____
¿Qué cosas no acabo de entender sobre el cambio químico?
_____
_____
_____

## 4. Aplicación

**Objetivo:** el estudiante debe poner en práctica los conceptos adquiridos y dar explicaciones a situaciones y fenómenos químicos mediante justificaciones que involucren respaldos y aspectos teóricos.

**Actividades:** se presentarán situaciones cotidianas para que indique el tipo de cambio observado, explique y justifique desde los referentes teóricos expuestos en relación al cambio químico, desde las representaciones de la materia: *macroscópica*, *microscópica* y *simbólica*.




### Actividad 13

Se les presenta a los estudiantes una serie de enunciados que corresponden a situaciones cotidianas para que identifiquen si corresponden a un cambio químico u otro tipo de cambio. El estudiante debe señalar aquellas en las que hay un cambio químico y justificar la razón de su respuesta desde la representación *macroscópica* de la materia. Luego deben compartir y comparar las respuestas con otro compañero y hacer las correcciones que sean necesarias, finalmente debe entregar al docente su trabajo individual para ser revisado y evaluado.

No	Situación	Tipo de cambio	Justificación
1	Elaboración de yogur		
2	Preparación del pan		
3	Una paleta deritiéndose		
4	La cocción de un huevo		
5	Cortar un pedazo de tela		
6	Un lápiz disminuye de tamaño si se le saca punta		
7	Una manzana podrida		

### Actividad 14

En pequeños grupos leer, analizar las situaciones cotidianas donde se evidencian cambios químicos, para luego justificar cada uno desde los diferentes niveles atendiendo a las preguntas orientadoras.

No	Situación	Representación macroscópica	Representación microscópica
		Explica ¿Qué sucede?	Explica ¿Por qué sucede?
1	Manubrio de una bicicleta oxidado por la lluvia 		
2	una tableta de Alka – seltzer en contacto con el agua 		
3	El jugo de uva se transforma en vino 		

### Actividad 15 Espacio Argumentativo 1

**Objetivo:** La siguiente actividad tiene como finalidad principal el fortalecimiento de los procesos argumentativos en los estudiantes, en espacios de discusión, en relación al concepto del cambio químico. Estructuradas desde las representaciones macroscópica, microscópica y simbólica, además de acercar al estudiante al modelo de las *reacciones químicas*.

#### Desarrollo:

Se realizará una experiencia con los estudiantes, los cuales se ubicarán en un semicírculo para observar lo que sucederá. Se darán las explicaciones de lo que se va a realizar: Se colocarán sobre la llama de una vela una pequeña caja de papel y en otra vela se colocará otra pequeña caja, pero está llena de agua. Luego de explicar a los estudiantes lo que se va a realizar, se les propone una actividad predictiva a través de unas preguntas:

- ✓ ¿Qué crees que le sucederá a la caja de papel vacía al contacto con la vela y que le sucederá a la caja con agua al contacto con la vela?
- ✓ ¿Por qué crees que ocurrirá eso?

Luego de escuchar la intervención de los estudiantes, se escribirán en el tablero las hipótesis resultantes, para luego conformar pequeños grupos y con una asignación de 6 minutos, construir sus argumentos, para posteriormente defenderlos en el debate generado. Luego se procederá a realizar la experiencia, con el fin de que puedan corroborar sus hipótesis y argumentos expuestos.



Seguidamente, se les plantearán otra pregunta como:

- ✓ ¿Por qué no se quemó la caja de papel con agua y la caja vacía si?

La anterior pregunta abrirá el espacio para una discusión, en la cual los estudiantes presentaran sus argumentos de manera general, según el fenómeno observado. Además, se plantarán otras preguntas que lleven a cuestionar los tipos de cambios de la materia que se observan en esta experiencia. Se dividen entonces por grupos de discusión de acuerdo a la postura elegida, algunos pueden ser: solo un cambio físico, solo un cambio químico, ambos cambios (físico y químico). Se les dará un espacio de 10 minutos para organizar sus argumentos y defenderlos ante los demás compañeros.



Finalmente luego de la discusión, la docente sintetizará el debate, haciendo evidente los cambios que se dan, tanto físicos como químicos, en la combustión de la vela, la combustión del papel, los cambios de estado en la vela, en el agua presente en la caja y aclarando esta por qué no se quema. Se les presenta los compuestos que intervinieron en la experiencia de la combustión del papel, relacionados en las siguientes tablas.

Reacción	Reactivos	Productos
Combustión del papel	Celulosa $C_6H_{10}O_5$ Oxígeno $O_2$	Dióxido de Carbono $CO_2$ Agua $H_2O$

Formula de la ecuación química: combustión del papel	$C_6H_{10}O_5 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 5 H_2O$
--	--

### Actividad 16

Ahora que ya han aprendido más sobre los cambios químicos, se invita a los estudiantes a revisar las conclusiones iniciales en relación a la combustión del papel en las actividades 2 y 15 y complementar ¿Qué mejorarías de tus conclusiones?

En pequeños grupos, observa los datos de la tabla, luego con la ayuda de tus compañeros, construye el modelo tridimensional (con bolas de icopor o plastilina de diferentes colores, utiliza palillos para los enlaces entre los átomos) representa las sustancias que intervienen en el aspecto **microscópico** en la combustión del papel y que se presentaron en el anterior espacio argumentativo.

Reacción	Reactivos	Productos
Combustión del papel	Celulosa $C_6H_{10}O_5$ Oxígeno $O_2$	Dióxido de Carbono $CO_2$ Agua $H_2O$

Formula de la ecuación química: combustión del papel	$C_6H_{10}O_5 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 5 H_2O$
--	--

Cuando se quema un papel sucede que las cenizas obtenidas tienen menor masa que este, ¿Cómo explicas la ley de la conservación de la masa en esta reacción?

¿En la reacción de la combustión del papel, consideras que sobran o faltan átomos en los reactivos o productos? Explica de manera convincente.

## Actividad 17 Espacio Argumentativo 2

**Objetivo:** La siguiente actividad tiene como finalidad principal el fortalecimiento de los procesos argumentativos en los estudiantes, en espacios de discusión, en relación al concepto del cambio químico. Estructuradas desde las representaciones macroscópica, microscópica y simbólica, además de acercar al estudiante al modelo de las *reacciones químicas*.

### Desarrollo:

Se presenta la experiencia llamada “**La botella mágica**”<sup>11</sup>, en la cual se muestra a los estudiantes un Erlenmeyer con un líquido transparente, el cual al agitarlo cambiaba a un color azul. Se realiza entonces una primera pregunta: ¿Por qué creen que la sustancia cambia de color?, de acuerdo a las respuestas aportadas por los estudiantes se clasifican en grupos de discusión cuyas posturas estuvieran relacionadas con los cambios físicos y químicos de la materia. A partir de allí generar la discusión y el debate entre los grupos.

Posteriormente se realizó la experiencia frente a ellos, para que pudieran conocer las sustancias que intervinieron en la experiencia, hidróxido de potasio (KOH), Glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), Azul de metileno (C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>ClN<sub>3</sub>S) y agua (H<sub>2</sub>O), finalmente se volvió a agitar y pudieron comprobar que efectivamente cambiaba de color. Luego de observar la experiencia y ya organizados en los grupos de discusión, se da un espacio de tiempo de 10 minutos para preparar sus razones y defenderlas, tratando de convencer a sus oponentes de sus posturas iniciales o por el contrario llegar a consensos con el grupo contrario.



<sup>11</sup> La experiencia química de la Botella mágica fue tomada de: <https://www.youtube.com/watch?v=Bzl0lzuptls>.

Luego de escuchar las intervenciones de los grupos de discusión, se escriben en el tablero las ideas relevantes o las conclusiones presentadas por cada grupo.

Finalmente luego de la discusión, la docente sintetizará el debate, haciendo evidente el cambio químico en la anterior experiencia, aclarando las dudas o confusiones que se puedan presentar.

### **Cierre y reflexión**

**Objetivo:** Con la siguiente actividad se pretende realizar el cierre de la unidad didáctica y que a la vez permita reflexionar. Primero en relación al trabajo realizado durante la unidad didáctica, desde los diferentes espacios de participación, el trabajo grupal y las estrategias utilizadas como las demostraciones, la modelización, los debates. Segundo torno al aprendizaje del concepto abordado, el cambio químico.

### **Actividad 18**

En pequeños grupos se les entregará un documento para realizar su lectura y discusión. El que deberán leer atentamente y subrayar aspectos que les parezca relevante.

Las pilas son un residuo muy contaminante. Cuando las pilas se tiran a la basura doméstica, suelen terminar en el vertedero. Allí se oxidan y como consecuencia, el mercurio se libera contaminando el suelo y pudiendo llegar a mezclarse con las aguas o se convierte en metilmercurio, compuesto bioacumulable de elevada toxicidad. Por lo tanto es imprescindible separar las pilas del resto de los residuos domésticos y llevarlas a los contenedores para pilas que suele haber por la ciudad, dispuestos para su recogida selectiva. Estos contenedores específicos pueden encontrarse tanto en la calle como en establecimientos colaboradores. En resumen, si las pilas no se recogen adecuadamente produce graves problemas al Medioambiente. También producen serios problemas en la Salud:

- Cuando los seres humanos ingiere los peces que tienen acumulaciones de mercurio, éste se libera y provoca a mediano o largo plazo, daños en los tejidos cerebrales y en el sistema nervioso central.
- Lo mismo ocurre con el cadmio que contiene las pilas. Este contamina las aguas y el aire e ingresa a los cultivos. El cuerpo humano tarda décadas en eliminarlo y su absorción continuada puede producir serias lesiones renales, problemas pulmonares y en el hígado.

Fuente: [www.cempre.org.uy/para\\_joomla/preguntas\\_det.php?id=48&clave=48](http://www.cempre.org.uy/para_joomla/preguntas_det.php?id=48&clave=48)

A partir de la lectura explica ¿Por qué no podemos tirar las pilas a la basura?

¿Cómo les explicarías a tus padres lo que se debe hacer cuando las pilas están agotadas?

Finalmente, se dispone el grupo formando un círculo para que expresen sus opiniones de manera libre y voluntaria, en relación al trabajo realizado durante la unidad didáctica, desde los diferentes espacios de participación, el trabajo grupal y las estrategias utilizadas como las demostraciones, la modelización, los debates. Se inicia la discusión con la pregunta orientadora: ¿Para qué me sirve en la vida diaria conocer sobre el cambio químico?, además de seguir indagando por la forma en que se sintieron y lo que aprendieron y la manera en que lo aprendieron, dando relevancia a la parte argumentativa, como potenciadora del pensamiento crítico en el aprendizaje de la ciencia escolar.

## **Bibliografía**

García-Salcedo, R. I. C. A. R. D. O., & Sánchez-Guzmán, D. (2009). La enseñanza de conceptos físicos en secundaria: diseño de secuencias didácticas que incorporan diversos tipos de actividades. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 11.

En Ciencias, E. B. D. C. (2004). *Naturales y Ciencias Sociales*. Ministerio de Educación Nacional República de Colombia.

Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., & Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación química*, 25(1), 46-55.

QUINTANILLA, M., DAZA, S., & MERINO, C. (2010). Unidades didácticas en biología y educación ambiental. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. *Fondecyt*, 4, 12-32.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 239-276.

## **Web grafía**

<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=198487>

[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35\\_las\\_reacciones\\_quimicas/curso/lrq\\_cfq.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/lrq_cfq.html)

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1072>

## **Anexo C Transcripciones de audios**

## AUDIO 1

### (Argumentos grupo1: argumenta solo el cambio químico en la experiencia)

00:01 – 00:10 E2: Profe es un cambio químico porque dos sustancias se juntaron, dos sustancias se juntaron la vela y el papel formaron la combustión

00:11 – 00:13 Ma: la combustión, que más haber...

00:14 – 00:19 E18: ocurre un cambio químico porque se juntaron dos sustancias y pasó un cambio irreversible (Brayan - sonny)

00:20 – 00:37 E5: mire... yo digo que irreversible es casi lo mismo que químico porque cuando usted mezcla una mezcla con otra mezcla forma un cambio químico y no puede volver a su estado original eso significa irreversible como en este caso que la combustión es un cambio químico y también irreversible

00:38 – 00:58 Ma: ¿Es químico porque es irreversible? ... ¿ya nadie más tiene razones...Vamos a escuchar entonces los argumentos del grupo que dice que el cambio fue físico y químico...pero escuchemos... escuchemos a ver las razones.

### (Argumentos grupo 2: argumenta que se da tanto el cambio físico como el cambio químico en la experiencia)

00:59 – 01:18 E15: yooo...Un cambio químico porque está la combustión y es un cambio irreversible y cambio físico porque cambia de tamaño peso y..... color y olor y sustancia y cambia la materia.

Silencio 01:19 – 01:20

01:21 - 01: 22 Ma: Wilder

01:23 – 01:42 E7: Es un cambio químico porque el papel se quemó y se volvió cenizas entonces ya no podría ser reversible es un cambio químico... eh físico porque aunque se puso el papel y el agua sigue siendo el mismo papel y el agua es un cambio físico que no le pasa nada a la sustancias.

01:43 – 01:44 Ma: ¿Que le sucedió al agua?

01:45 – 01:45 E7: Nada

01:46 – 01:46 Ma: ¿Nada?

01:47 – 01:51 E7: Noo, fue un cambio físico porque no le pasó nada se evapora pero un poquito

01:51 – 01:52 Ma: Aaah ¿sé qué?

**01:53 – 01:55 E7:** Se evapora pero un poquito... no se evaporó toda

**Silencio 01:56**

01:57 – 01:59 Ma: Y si se evapora ¿qué cambio es?

02:00 E10: ¡Químico!

**02:01 – 02:11 E7:** pero la hoja de papel sigue estando...(silencio murmullo) pero el papel sigue estando normal profe

02:12 – 02:16 Ma: Listo, quién más va a... faltan muchos, haber Luisa.

02:17 – 02:43 E8: Profe pues es un cambio químico porque, porque, al quemar el papel pasa a un estado que se llama combustión y físico eeeh porque cambia de estado, color, de textura y por eso se llama cambio, porque se vuelve más chiquito al quemarlo.

02:44 – 02:46 Ma: Quién falta por exponer ahí (ruido)

02:47 – 03:09 E17: Yo...Es un cambio químico porque cambió de color y todo eso y es combustión, es la combustión y un cambio irreversible y el la... (silencio) y la otra, la caja con agua también es...físico

03:10 – 03:14 Ma: Físico, ¿por qué es físico ahí la caja con el agua?

03:15 – 03:16 E17: Porque se evaporó el agua

03:17 – 03:18 Ma: porque se evapora el agua. A ver qué dice Mateo

03:19 – 03:39 E12: Es un cambio químico porque cuando el papel ahí se, pues se está quemando cambia de material se vuelve ceniza entonces.... Y es un cambio físico porque, porque el agua mientras se va quemando se evapora, se va evaporando.

**03:40 – 03:41 Silencio... profe...Natalia.**

03:42 – 03: 45 Ma: listo, Natalia...que pena a ver Natalia.

03:46 – 03:57 E11: Es un cambio químico, porque cuando se quemó el papel se volvió una nueva sustancia de ceniza y es un cambio físico porque se evaporó el agua.

03:58 Ma: muy bien.

... hipótesis y experiencia

24:19 – 24: 49 Ma: en la experiencia que acabamos de observar se vieron unos cambios de la materia, levanten la mano y nos dicen que cambios observaron en la experiencia,... (murmullo)  
¿Qué tipos de cambios creen ustedes que se dieron hay? Listo Santiago Márquez

24:50 – E4: eehhh

25:00 Ma: ¿Qué tipo de cambios de la materia?

25:02 – 26:16 Grupo

26:17 – E17: un cambio químico.

**Ma: ya para terminar... ¿qué cambios observaron en la vela?**

E5: **Suced un cambio porque cuando empieza a soltar parafina, se va reduciendo de tamaño**

Ma: y ese ¿qué tipo de cambio es?

E18: físico. (Brayan)

Ma: Haber que dice Marcelo

**E2: Profe que cuando le cayó agua al fuego de la vela se empezó a aumentar el fuego**

Ma: y ¿qué cambios crees que se ven en la vela?

Ma: Haber que dice **Wilder**

**E7: Que cambia la combustión**

Ma: o sea que hubo combustión

Ma: y qué clase de cambio es?

E2: **Químico**

Ma: En la vela? y cómo ve la combustión ahí en la vela?

E2: **Por el fuego**

Ma: Entonces no está de acuerdo con que él (E10) dice que sea un cambio físico porque se va achiquitando la vela y se va derritiendo... no? , solo es de combustión dice él (E3). Usted dice que es físico porque se derrite la vela.

**E8: eh pues yo estoy de acuerdo que no es un cambio químico porque no se juntaron sustancias ni nada de eso, en cambio se va derritiendo**

Ma: Usted ve que se va derritiendo entonces dice que es un cambio físico.

E15: Es un cambio físico porque cambió de tamaño y un cambio químico porque combustiona la vela

Ma: Vea, Deivy dice que se dan los dos cambios en la vela.

E17: Físico porque se va derritiendo y sigue siendo vela y químico se forma una combustión

Ma: Que dice mateo?

E12: Vea profe yo digo que hay un cambio químico por el fuego y también hay un físico porque la velita se va derritiendo, unas góticas que se van cayendo que son la parafina pero también es cambio químico por la combustión.

Ma: Entonces se dieron los dos cambios?

GRUPO (en coro) siiiii!!

E2: pero yo diría físico porque cuando se derrite la vela forma un líquido que sigue siendo parafina y cuando ya se enfría se vuelve parafina.

E15: yo diría que los dos porque el cambio químico combustiona la vela...

E5: porque cuando la vela se va derritiendo uno la puede poner en un molde y con el líquido que va cayendo formo una vela, sigue siendo una vela.

Ma: Físico... y químico no se ve ahí? ...él dice (E10) que no se ve cambio químico allí.

Gr: Por la combustión siiiii.

E7: si no hay combustión como se va a derretir la vela.

Ma: Vea aquí tenemos una conclusión buena

E12: El cambio físico se produce por el cambio químico, porque la combustión es cuando se quema esa cosita, el pabilo, pero con ese fuego se va derritiendo la vela y se va haciendo el cambio físico

Ma: Ella dice que el cambio físico produce el cambio químico, ¿están de acuerdo?

Gr: Siiii



## AUDIO 2

### TERCER ESPACIO ARGUMENTATIVO: ACTIVIDAD “LA BOTELLA MÁGICA”

REGISTRO DE PRIMER AUDIO: Se separaron por grupos de discusión: Los que explicaban el cambio de color de la sustancia por “La reacomodación de los átomos y por la agitación de la sustancia”. El otro grupo explicaba el cambio de color “porque se dio un cambio físico además reversible “Se lanza la siguiente pregunta con el fin de organizar los grupos de discusión.

0.9 Pa: ¿Por qué crees que la sustancia cambia de color?

0.17 E3: Porque al mezclarse los productos, una cosa con la otra cambia de color por la agitación pero pues no se mezcla como una nueva sustancia, si se mezcla pero no queda como una mezcla,

0.42 Pa: ¿Se mezcla, pero no es una mezcla?

0.45 E3: Pues se mezcla con esa, pero no se ve como una mezcla.

0.55 Pa: ¿Bueno entonces podríamos decir que es una mezcla?

0.58 E3: si

1.07 E8: Porque su color natural es el naranja, pero cuando usted lo bate, ellos como que se quitan de su puesto (átomos) y forman otro color distinto.

1.20 Pa: Listo, cambia de color por la agitación. Juan Pablo Cardona.

1.27 E6: Gracias a la reacomodación de átomos, a la agitación de la botella los átomos se va adhiriendo a las sustancias haciendo que cambie de color.

1.43 Pa: Bien entonces vámonos otra vez con la reacomodación de átomos.

1.55 E7: Es un cambio físico porque cambia de color pero vuelve a su estado original, es un cambio físico porque cambia de color.

2.00 Pa: Es un cambio físico, listo nos vamos con el cambio físico acá. Es un cambio físico, ¿Sólo cambia de color?

2.08 E7: Si se ve ahí, solo cambia de color.

2.13 E4: Al moverse las sustancias se van de estar reacomodados y pasan a revolverse.

2.22 Pa: O sea, es una mezcla o por la agitación.

2.25 E7: No, está diciendo que es un cambio reversible.

2.28 E4: No, es una mezcla.

2.30 Pa: ¿Mezcla?, listo es una mezcla. Allá atrás por fa...la niña.

2.41 E11: Pues profe puede ser un cambio, una mezcla de cambio, porque cambia de color pero son productos diferentes.

2.50 Pa: Mezcla, listo, ¿Quién más?, la otra niña.

2.58 E9: Es un cambio reversible porque puede volver a su estado original.

3.08 E5: Es una mezcla de una sustancia que cambia de color y vuelve a su estado original, es una mezcla reversible y en tanto (también) química.

3.17 Pa: O sea, es una mezcla y también es reversible

3.20 E5: Y en tanto química.

3.22 Pa: ¿Y un cambio químico?

3.24 E5: Y en tanto químico

3.26 Pa: ¿Cambio químico?, es que no le entendí bien.

3.29 E5: Es una mezcla reversible y en tanto también químico.

3.33 Pa: ¿También es un cambio químico?.

3.34 E5: ...

3.35Pa: Listo, entonces vamos a poner cambio químico que nos faltaba por aquí.

3.50Pa: Valentina

3.53 E8: Es un cambio físico porque cambia de color y de sabor.

4.00 Gp: ¿De sabor?

4.03 E15: ¿Cierto, quién va a probar eso?

4.05 Pa: Eh, Santiago.

4.09 E10: Es como una mezcla que tiene varias sustancias que hace que cambie de color por agitación, los átomos se mueven. cuando uno lo sacude entonces ahí va cambiando,

4.20 Pa: Listo entonces ¿es un cambio físico?

4.24 E10: Si profe.

4.30 E9: Es una mezcla y hay una reacomodación de átomos por el movimiento.

4.35 Pa: Mezcla y reacomodación de átomos. Bien.

4.45 E1: Yo creo que es como una especie de una mezcla porque al juntarse los dos elementos no pasa nada pero al revolverse cambia de color.

5.05 Pa: Es una mezcla. A ver Jose.

5.12 E12: Profe si es una mezcla pero yo creo que cuando usted le echa eso (compuestos), los átomos no se reacomodan, pero cuando usted lo agita se reacomodan, pero cuando usted los echa no están reacomodados, pero cuando usted lo agita ahí se reacomodan.

5.25 Pa: O sea, ¿para que se reacomoden los tengo que agitar?

5.33 E18: Cuando usted echa la sustancia ahí y la agita cambia de color, pero cuando usted la deja de agitar y vuelve a su estado original.

5.44 Pa: O sea, lo mismo, por agitación es que cambia de color. Felipe.

5.50 E2: Cuando usted agita las dos sustancias vuelven un cambio, cuando lo agita vuelve a reacomodarse en su color,

6.03 Pa: O sea, ¿reversible?

6.04 E2: Si

## REGISTRO DE SEGUNDO AUDÍO

Primer grupo de discusión: Dicen que el cambio de color se dio por una reacomodación de átomos y por la agitación.

0.05 E3: Pues por la reacomodación de átomos, cuando la profesora

0.30 E1: Al agitarse las dos sustancias no pasa nada porque no la revolvió, pero al revolverse hubo una reacomodación de átomos.

0.45 E12: Cuando se juntaron las dos sustancias no se reacomodaron los átomos pero gracias al movimiento ahí si se reacomodaron los átomos.

0.57 E8: Como uno puede ver ahí su color es de color naranja y los átomos van a estar acomodados de color natural, pero cuando uno lo revuelve cambia como a un color marrón verde y eso significa que los átomos están esparcidos y no están en orden.

1.19 E3: En la mezcla que se realizó los átomos se reacomodaron, pero después de agitar la sustancia se volvieron a reacomodar.

1.34 E12: Gp se fueron por mi hipótesis.

1.36 E6: Yo la había dicho desde hace cuanto.

1.53 E12: Usted solo dijo que se reacomodaron y yo dije que cuando la profesora lo agitó y todos dijeron lo mismo.

2.11 E17: Cuando la profesora agitó el tarro o lo que sea eso. Los átomos se desordenaron y vuelven a su estado normal.

2.29 E10: Por la agitación los átomos se separaron e iba cambiando de color.

2.35 E12: O también puede ser al revés, como cuando la profesora también puede echar las sustancias, ahí también se reacomodaron los átomos, pero cuando lo agitó ahí se desordenaron.

2:55 E11: La reacomodación de átomos hace un cambio de color.

3.06 Pa: Como defiende usted esa posición frente a ellos que también les van a decir, no es tal cosa, entonces ustedes también deben defender lo suyo.

Segundo grupo de discusión: El cambio de color se dio porque es un cambio físico y además es reversible.

3.22 E15: Es un cambio físico porque cambia de color y un cambio reversible porque puede volver a su estado original.

3.31 E1: Es físico porque sigue siendo la misma sustancia.

3.41 a 3.50 segundos: Valentina Garcés: Es un cambio físico porque hay dos productos diferentes pero es casi la misma sustancia y reversible porque puede volver a su estado natural.

3.52 E14: Es reversible porque puede volver a su estado original, en una parte también cambia pero puede volver a su estado original.

4.03 E5: En esta mezcla se observa el cambio de color, es un cambio físico y también se observa que es un cambio reversible porque cuando cambio de color vuelve a su mismo color y a su estado original.

4.20 E19: Es un cambio reversible porque cuando se agita cambia de color y ya cuando se deja quieto vuelve a su estado original.

4.45 E11: Es un cambio físico porque cuando lo agitan cambia de color pero cuando lo dejan de agitar vuelve a su estado original.

4.56 E15: Es un cambio físico porque no se cambia de sustancia y es un cambio reversible porque vuelve a su estado original.

5.10 E16: Sebastián Quintero: Es un cambio físico porque cuando lo agitan cambia de color y cuando lo dejan de agitar queda en su forma original.

## REGISTRO DE TERCER AUDIO

0.02 Pa: Lo van a pensar y luego lo van a decir. ¿Por qué crees que se debe agitar la sustancia para que cambie de color?

Primer grupo de discusión

0.46 E12: Cambia de color porque cuando se agita se transforma la sustancia.

0.50 E17: Es cambio químico y reacomodación de átomos también porque si no se mezclan los átomos no se revuelven.

0.58 Pa: Si Porque recuerden la pregunta, ¿Por qué hay que agitarlo para que cambie de color.

1.00 E12: ¡Por eso!

1.05 E18: Porque con todas las sustancias de ahí, si no la revuelven no hay una reacomodación de átomos.

1.08 Estudiante x: Para que se pudieran juntar los átomos.

1.13 E14 : Por una nueva sustancia y es una reacomodación de átomos.

1.18 Pa: Pero estamos diciendo lo mismo.

1.20 E3: Se necesita agitar para... y para que se reacomoden los átomos.

1.24 E1: Se necesita agitar para que se reacomoden los átomos y cambie de color.

1.27 Pa: ¡No digamos lo mismo!, Gp en general dicen para que se reacomoden los átomos.

1.32 Gp: Murmullo

1.38 E8: Se tiene que agitar para poder determinar su color

1.48 E10: Ahí se unieron otras sustancias que cuando se agitan se forma un cambio químico.

1.49 E18: Es un cambio químico porque cambia de sustancia.

2.01 E6: Necesita la agitación para que en la reacomodación los átomos se puedan unir.

Segundo grupo de discusión:

2.12 Pa: Se sientan allá y Vamos a escuchar acá, ¿Por qué necesitamos sacudir?, desde la posición que tenían ahorita, ¿Por qué necesitamos agitar la sustancia para que cambie de color?

2.22 E7: Para que se mezclen los átomos, los compuestos. (Cambia su posición y habla de la reacomodación de átomos como el grupo oponente).

Pa: ¿Para qué se mezclen?, entonces usted se está volviendo y me está diciendo que hay reacomodación de átomos.

E7: ¡Siiii ya me tocó si ya sé que es malo!

2.34 E4: Profe porque como usted le echó los compuestos ayudó a la reacomodación, o sea los compuestos que usted echó ayudó a la reacomodación de átomos para que cambiara de color.

2.42 E7: ¡Ahh eso era lo que yo estaba intentando decir profe!

2.44 E18: Es un cambio químico porque al unirse las sustancias forman una nueva sustancia.

2.53 a 3.00 E8: Para que la sustancia pueda estar necesitamos mezclarla y si hay una reacomodación de átomos si es un cambio químico.

Gp: Murmullo

3.24 E20: Como lo que le echaron fue un colorante azul, profe, como lo que le echaron tenía un colorante azul, entonces hay que revolverlo para que, entonces como eso tenía el colorante azul, ¿cierto? y le echaron lo otro y como fue el primer colorante que le echó entonces dejar, al revolverlo tiene que cambiar a ese color.

3.50 E1: Yo creo que hay que agitarlo para que se mezclen bien los, los, los compuestos que le echó y ya cambia de color.

#### REGISTRO DEL CUARTO AUDIO

Debate entre los dos grupos: Cada uno de los grupos defiende su postura.

0.07 Pa: Escuchemos a ver que nos dicen

0.10 E7: Profe como dijo Mateo, por ejemplo como usted aquel día que nos estaba explicando que cuando se mezclaba una sustancia eso se volvía gaseoso entonces usted nos estaba explicando que eso era un cambio químico pues entonces lo que está diciendo Mateo entonces también debería ser un cambio químico porque pasó de sólido a líquido, así.

0.34 Pa: ¡A ver! vea nos van a refutar aquí

0.40 E12: Escuchó mal

0.41 Pa: ¿Por qué escuchó mal?

0.43 E12: Vea Dauini, es un cambio físico, no es un cambio físico porque sigue siendo agua cuando uno lo revuelve, un cambio físico es que si uno lo revuelve se volviera sólido o gaseoso, pero como no se vuelve en ninguna de esas dos, entonces no es un cambio físico.

0.59 E6: Eso no aparece en ninguna parte.

1.00 Pa: Bueno, allá van a refutar.

1.07 E4: Es que ellos dicen, Cardona dijo dizque que la reacomodación de átomos y que aparecían dizque dos sustancias, cierto, dijo que porque llegaban más átomos, pero llegaron, si es cierto, llegaron más átomos pero no hubo una nueva sustancia.

1.18 E6: ¿cómo se llama lo que cambia de color?

1.20 E4: Por eso

1.21 E6: ¡Por eso! ¿Cómo se llama?

1.25 E4: Por eso, por eso, pero esos eran los átomos no eran las sustancias.

1.27: Gp: ¡por eso! ¿cómo se llama?

1.28 E15: Profe pues vea, yo le tengo una respuesta a Jose, necesariamente no puede cambiar de estado, de líquido a sólido o de líquido a gaseoso, también puede cambiar de color.



1.39 Pa: Está diciendo, un cambio físico también cambia de color.

1.43 E15: Si no necesariamente...

1.46 E12: Pero sigue siendo...

1.46 E15: ¡Ah pero cambia de color por un momento!

1.49 a 2.00 E8: Allá dicen que es un cambio físico que por la reacomodación de átomos, pero no se reacomodaron los átomos porque sigue siendo la misma sustancia, no cambia la sustancia.

2.09 Gp: yo, yo profe yo, murmullo...

2.21 E7: Profe, profe pero sigue siendo un cambio irreversible, reversible, reversible porque vuelve a su estado original aunque cambie de color de otros colores vuelve a la misma sustancia que estaba al principio.

2.33 Pa: Listo, quiere hablar Santiago Restrepo...

2.35 Gp: Profe, profe, murmullo, profe ¡véalo aquí jugando con una botella! ¡eh! murmullo...

2.46 Pa: Entonces no le vamos a poder dar la palabra a todos, se la vamos a dar a Juan Pablo que va a refutar algo de ellos, a ver Santiago.

2.59 E13: Yo digo que lo de Jose está mal porque el cambio físico no se tiene que referir a sólido o a líquido, eso es cambio de estado en la materia solamente, no es cambio físico.

3.13 Pa: Vea pues... Juan Pablo...

3.25 E6: Profe, lo que dijeron allá, si en esas sustancias no hay reacomodación de átomos, si no hay reacomodación de átomos cómo aparece la nueva sustancia.

3.35 E15: No, ¿Cómo cambia de color entonces?

3.37 E6 Cierto.

3.39 E7: Le voy a responder a Cardona.

3.40 Pa: ¡Listo!

3.41 Todos los del grupo oponente: ¿Cómo cambia de color entonces?, ¿cómo cambia de color?...

3.44 E7: Expli... Cardona explique entonces por qué volvió a estar a su estado original, ¿por qué volvió a su estado originaaaal?

3.50 Pa: ¿Por qué es reversible?

3.52: Todos los del grupo oponente: ¿Están hablando de reversible?

3.53 E7: Rever... ¡Siiiiii!,

3.54 E4: ¡Por eso!

3.55 E7: porque él dijo que se iba... que los átomos se habían reacomodado.

4.00 Pa: Esa pregunta está bien interesante, entonces por qué se volvió reversible.

4.04 E4: ¡Verdaaad!

4.11 : Gp: Gritos, murmullo, profe, profe...

4.17 Pa: A ver...

4.18 E13: Profe... Lo que dijo Cardona, lo que dijo Jose y lo mismo, cómo va a saber si es cambio reversible, porque si apareció una nueva sustancia no puede ser cambio reversible.

4.28: Gp: Murmullo...

4.29 E10: ¿Usted dijo eso?

4.30 E6: Porque es reversible, profe, porque los átomos se desacomodan otra vez.

4.36: Gp: Murmullo...

4.40 E1: Por qué es reversible, porque los átomos se desacomodan al dejar de agitarse.

4.47 E18: Si no hubiera la reacomodación de átomos, no hubiera cambiado de color ni nada como dijo Cherry.

4.53 E7: Profe pero lo mismo, ¿noo? Sigue siendo reacomodación de átomos.

4.54 E12: Le puedo responder a la pregunta de por qué es físico vea, se los digo otra vez, físico tiene que cambiar por ejemplo... por eso, entonces porque siguen diciendo que es físico si no pasa eso.

5.06 E14: ¡Verdad!

5.08: Todos los del grupo oponente: En desacuerdo, murmullo...

5.08 E4: ¿y entonces por qué no cambian la respuesta?

5.09 E6: Pero si ya les respondimos

5.10 E12: Pero entonces para que vuelve a... lo mismo.

5.11: Gp: Murmullo...

## REGISTRO DEL QUINTO AUDIO

¿Cuál de los compuestos crees que influyó más para que se diera el cambio de color en la sustancia? ¿Por qué?

Gp: Gritos (yo, yo, yo), murmullo

0.03 E16: Profe pues uno no sabe porque el azul de metileno fue el único que vimos, porque las otras sustancias que usted había hecho no la habíamos visto

0.13 Pa: Yo si les dije los nombres, aquí se los pongo, pero vayan contestando mientras tanto.

0.28 E16: Profe pero por eso, sí solamente, el único, la única sustancia que vimos fue el que usted acabo de hacer, profe.

0.47 Pa: Estas son las sustancias que intervienen, para que no se queden con la idea de que solo es el azul de metileno, ahí están todas.

0.50 Gp: Murmullo, ¿Cuál era la de las pepitas?

1.02 Pa: Ahí están todas, las bolitas eran el hidróxido de potasio, el azúcar era la glucosa, el agua, el dióxido de carbono presente en el aire y el azul de metileno.

1.15 Gp: Murmullo

1.16 Pa: Ahora sí, ¿cuál de todas las sustancias creen que intervino para que tomara el color azul?

1.30 E20: profe, esas cosas que... Las pepitas, porque al hacer eso con él, con la glucosa así va formando el color.

1.44 Gp: Todas las sustancias, murmullo.

2.01 E17: Para mí el azul de metileno y el hidróxido de potasio. 2.13 a 23 segundos: para mí el azul de metileno y el hidróxido de potasio porque tienen como los más, pues como los más fuertes.

2.27 E12: Profe yo no creo que ninguna sea más importante a otra porque todas son muy importantes, porque el azul de metileno usted la revuelve y sigue siendo transparente y la glucosa no volvería al color original, el hidróxido de potasio tampoco y sin el agua no harían nada y el dióxido no, ayuda a, pues por ejemplo si usted le mete más dióxido hay un color pues más clarito que el azul que tiene sin dióxido.

3.03 E9: Todas son importantes porque si no hubiera sido así, todas se necesitan para poder hacer eso, para crear esas sustancias.

3.10 E10: Grita, el oxígeno. Todos confirman lo mismo, el oxígeno.

3.15 E18: Todas son importantes porque sin el azul de metileno no hubiera cambiado de color y el hidróxido de potasio tampoco, entonces para mí todas son importantes.

3.28 E3: Pues todas ayudaron

3.57 E11: El hidróxido de potasio, el agua y el dióxido de carbono para que se ponga de color azul.

4.08 Pa: Bueno yo creo que discutimos, pero vamos a la última pregunta que ya la había contestado, entonces:

¿Los cambios que se presentan en la sustancia son de orden físico o químico? ¿por qué?

A nivel general todos contestaron que los cambios fueron químicos.

4.23 Gp: Gritos, murmullo, físico, químico...

4.27 Pa: Ustedes que dicen, los que defendían el cambio físico.

4.34 E1: Leandro Jaramillo: Cuando se unen las sustancias forman una nueva que es el color azul.

4.39 Pa: Entonces usted dice que es químico.

4.41 Gp: No, físico

4.45 Pa: Pero me tienen que decir ¿Por qué?.

4.47 E7: Porque sí,

4.50 Gp: Ja, nooo profe...

4.51 E7: ¡mentira, mentira, mentira!, espere pienso, ahorita me dice, espere voy a pensar.

4.55 E6: Es un cambio químico, depende de la temperatura perfecta del hidróxido de potasio y la glucosa y el dióxido de carbono que hace que haya una nueva sustancia.

5.04 Gp: Murmullo

5.08 E12: Es un cambio químico porque el hidróxido de potasio y la glucosa que se le echaron ayudaron a la temperatura, entonces cuando le echa el azul de metileno cuando se revuelve cambia de otro color entonces la temperatura deja que vuelva a su estado original y no es un cambio físico porque lo he dicho muchas veces, porque un cambio físico tiene que cambiar de líquido a sólido, de estado.

5.35 E17: Es cambio químico porque crea una nueva sustancia y como dice Mateo que para ser cambio físico tiene que volverse, ser de sólido a gaseoso.

5.47 E7: Cuando lo batía estaba de un color y ya a lo último se queda del mismo color entonces cambiaba de colores pero a lo último quedaba del mismo color. 5.57: Sí es cambio físico.

5.55 Pa: Entonces sigue insistiendo que es cambio físico.

5.59 E4: Es un cambio físico porque cuando usted lo revolvió solo era una mezcla además no es un cambio químico, porque un cambio químico se vuelve de una sola sustancia y no vuelve a su estado normal y además un cambio químico no es reversible.

6.12 Pa: ¡Un cambio químico no es reversible!, miren esa posición tan importante.

6.16 Gp: Murmullo

Anexo D Rejilla de recolección de información<sup>12</sup>

MACROPROYECTO CONSTRUCCIÓN DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA ARGUMENTACIÓN EN CLASE DE CIENCIAS

ANALISIS DE RESPUESTAS DEL CUESTIONARIO INICIAL Y FINAL: Cambio Químico grado 5 - Julio – Agosto de 2016

Pregunta 1	Pablo realizó el siguiente experimento: arrugó lo más que pudo una hoja de papel, luego la colocó en un recipiente metálico, prendió un fosforo y la quemó, seguidamente observó lo que sucedía. ¿La hoja de papel que Pablo quemó, puede regresar a su estado original? ¿Por qué?			
Cód.	Respuestas C1	Respuestas C2	Interpretación del concepto	Interpretación de la argumentación
1.1	No porque la hoja al quemarse deja cenizas (D) y con las cenizas no puedo volver a armar la hoja de papel y además no es capaz de armarla. (C) <b>Nivel 3</b> <b>Modelo transmutación</b>	No puede regresar a lo que era antes porque cuando se quema una hoja se vuelve cenizas es un cambio irreversible porque las cenizas son muy pequeñas y no se puede volver al estado original y además las cenizas son negras.  <b>Modelo interacción química.</b>	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, ya tienen claro el concepto de irreversibilidad, aunque no necesariamente relacionan este con cambio químico o identifica el cambio químico como tal, por ejemplo trata de justificar la irreversibilidad con propiedades netamente físicas como el color y el tamaño. <b>Nivel macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad, los datos que usa no son apropiados para relacionarla con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
1.2	Se está quemando porque cuando Pablo le prendió fuego se empesó a quemar hasta quedar nada (C) pero por otro caso o si la hoja no está quemada si puede escribir.(D) <b>Nivel 1</b> <b>Modelo desaparición</b>	No puede volver a su estado original porque es un cambio irreversible y para que se quemara el (O <sub>2</sub> ) o sea oxígeno estaba hay para que ocurriera la combustión.  <b>Modelo interacción química.</b>	Tiene claro el concepto de irreversibilidad reconoce la presencia de oxígeno para que se dé la combustión, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico, utiliza lenguaje simbólico para dar explicaciones. <b>Nivel macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad y la combustión, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
1.3	No porque Pablo quemo la hoja y la hoja quedo meras cenizas (D) y las cenizas no se puede regresar ya a su estado original es como si alguien se muere y lo queman y se vuelve cenizas ya no puede volver a recibir a la persona.(C) <b>Nivel 3</b>	no puede volver a su estado natural la sustancia inicial es la hoja de papel y la final son cenizas y en esta combinación hay combustión esta hoja de papel no puede volver a su estado natural es irreversible las sustancias son oxígeno y el papel. que esto es un cambio químico.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, identifica la sustancia inicial y final como diferentes, tiene claro la irreversibilidad, reconoce el oxígeno en la combustión. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
1.4	No puede volver a su estado original	No puede regresar a su forma original por que es un	Tiene claro el concepto de irreversibilidad	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad

<sup>12</sup> Las transcripciones de las respuestas de los estudiantes se realizaron sin modificar su sentido y ortografía.

	(C) porque pablo la quemo y despues de estar quemada la hoja se vuelve cenizas y queda destruida (D) y no queda sirviendo para nada.(C) <b>Nivel 3</b>	cambio químico y no puede volver a su estado original por que es un cambio irreversible.	y la relacionan con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
1.5	no se puede porque Pablo quemo la hoja y esta arugada y se volvió cenizas (D) haora no se puede recuperarse podría coger otra pero la quemada no se puede recuperar. (C) <b>Nivel 3</b>	No ademas es un estado químico ya no puede volver a su estado original era papel y haora son cenizas por la combustión que se formo con el papel.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, identifica la sustancia inicial y final como diferentes, tiene claro la irreversibilidad, reconoce el proceso de la combustión. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad y la combustión, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
1.6	No porque la hoja de papel que arrugo y quemo quedo en cenizas (D) y es inutil intentar volver la hoja de papel a su estado original y ademas las cenizas hal tocar se desasen. (C) <b>Nivel 3</b>	No la hoja sufrio el cambio de la irreversible que consiste en la hoja no vuelve a su estado original gracias a la combustion del cambio químico que se necesita O <sub>2</sub> para que pase o suceda.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad reconoce la presencia de oxígeno para que se dé la combustión, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico, utiliza lenguaje simbólico para dar explicaciones. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad y la combustión, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
1.7	no puede volver a su estado original porque sé quemó y se volvió cenizas (D) y ya no puede volver a su estado original por que no recupera su forma natural y su color natural. (C) <b>Nivel 3</b>	no por que es un cambio irreversible por que se formo un compuesto químico que es cuando dos o mas sustancias se unen y el compuesto químico es irreversible y no puede volver a su estado original.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, identifica la irreversibilidad, y la formación de sustancias nuevas. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad y la formación de sustancias nuevas, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
1.8	no puede regresar a su forma normal porque cuando uno quema un papel de cuaderno en aluminio se puede volver cenizas o se volvería frágil y se vuelve color aspecto negro o gris.(C) <b>Nivel 3</b>	No no podría ya que es un cambio irreversible porque al juntarse la hoja con el fuego la hoja se quemaría y hay empesamiento el cambio irreversible y no podría regresar a su estado original.	Relaciona la irreversibilidad con la combustión, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad y la combustión, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
1.9	no no se puede volver a tener la misma forma porque ella está quemada y muy arrugada no yo creo que nunca volvería a tener la forma original esa misma hoja que era. (C)	no por que está en el cambio de la combustión de papel que es un cambio químico y los cambios químicos siempre son irreversibles que significa que no puede regresar a su estado original.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad reconoce la combustión, como un ejemplo de cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad y el cambio químico a través del ejemplo de la combustión, faltan elementos para conceptualizar el cambio químico



	<b>Nivel 2</b>			como tal, lo que hace a esta una justificación débil.
1.10	no porque si la hoja se quemo se vuelve polbo no se puede regresar a su forma original porque es decir si la mano de un hombre se quema y se vuelve senisas no puede volver a su forma original. (C) <b>Nivel 3</b>	no por que Pablo al quemar la hoja se arrugó y se fue volviendo cenizas ya no es la misma materia que era antes y por eso todo papel, periódico, cuadernos ya no pueden volver a su estado original y eso se llama cambio irreversibile.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, identifica la sustancia final como diferente, tiene claro la irreversibilidad, reconoce el proceso de la combustión. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad, identificando que cambia la materia, faltan elementos para conceptualizar el cambio químico como tal, lo que hace a esta una justificación débil.
1.11	No puede regresar a su estado original porque se volvió arina (D) poeso no puede volver a su estado normal talves si la hoja estuviera normal y la volviera arrugada si podía volver a su estado <b>Nivel 4</b>	no puede regresar a su estado original porque al quemarse se transformo en cenizas esto seria un cambio irreversible si reunimos los pedasos y tocaríamos seria como arena.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad, identifica la sustancia final. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
1.12	No porque la hoja esta quemada y no se puede regenerar para ser una hoja común y corriente porque ya esta en senizas (C) <b>Nivel 3</b>	No porque cuando el papel hizo contacto con el fuego del fosforo se desarrollo un cambio químico llamado combustión y el oxígeno (O <sub>2</sub> ) es lo que deja que el fuego siga encendido. El fuego atrae el oxígeno (O <sub>2</sub> ) hacia el hasta que se muestra el resultado que son las cenizas. Y ademas es un cambio irreversible.	Identifica la combustión como un cambio químico, tiene claro el concepto de irreversibilidad, reconoce el oxígeno como reactivo y las cenizas como producto, utiliza lenguaje simbólico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> Se identifican conclusiones, datos y justifica desde la combustión y el cambio químico, pero le faltan elementos para conceptualizar, por lo tanto es una justificación débil.
1.13	No puede Bolver a su forma normal porque ya es senisa (D) y de pronto al cojerla se desase la senisa y cae alpiso y yano se puede recoger (C) <b>Nivel 3</b>	no porque Pablo al quemar la hoja hizo un cambio químico llamado combustión la combustión se trata de que si no hay O <sub>2</sub> no hay combustión y si hay O <sub>2</sub> si habría combustión y es un cambio irreversible.	Identifica la combustión como un cambio químico, reconoce el oxígeno como reactivo, tiene claro el concepto de irreversibilidad, utiliza lenguaje simbólico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
1.14	No porque una hoja se quema (D) y no buelbe a la normalidad, si se quema no se puede escribir en la hoja y no se puede rayar la hoja no se puede quemar. (C) <b>Nivel 3</b>	No por que si la quemo no puede bolber a su estado origina por que se volvió cenizas cambio de color de forma tamaño y no se puede volver a su estado natural.	Reconoce las cenizas como un producto, identifica la irreversibilidad aunque no menciona la palabra, describe características netamente físicas del cambio. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> Presenta datos y conclusiones, trata de justificar desde la irreversibilidad, pero cuenta con pocos elementos para conceptualizar el cambio químico, por lo tanto es una justificación débil.
1.15	No por que después de que queme la hoja no se puede arreglar la hoja ni	No porque es un cambio irreversible y los cambios irreversibles no pueden volver a su estado original.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran

	restaurar al estado original por las cenizas (D) que no deja restaurarse al estado original. (C) <b>Nivel 3</b>			datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
1.16	No por que ya la hoja Pablo la arrugo y la quemo no la puede arreglar porque la quemo y lla quemada se buelve como polvo (D) no se puede organizar por que ya esta mala. (C) <b>Nivel 3</b>	No porque no es como antes ya se harrugo y se volvio ceniza cambio de forma color olor testura y se volvio ceniza no puede volver a su estado original este es un cambio irreversible.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad. Describe características netamente físicas del cambio. Reconoce las cenizas como producto. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> Presenta datos y conclusiones, trata de justificar desde la irreversibilidad, pero faltan elementos para conceptualizar el cambio químico, por lo tanto es una justificación débil.
1.17	No porque si la volveria a estar como estaba se combertiria en seniza cambiaria de color se enpezaria a arugar se combertira en varios pedasos y cambiaria de olor (C) <b>Nivel 3</b>	No porque ya se vuelve ceniza y ya no se puede utilizar y no se puede escribir y es un cambio irrevercible y es un cambio quimico pero conserva su misma masa.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad, reconoce que es un cambio químico y menciona la conservación de la masa. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
1.18	No porque la hoja de papel si se esta quemado es tubiera arrugando y rasgando y cuado se cabe estara echa ceniza (D) y no se pudiera regenerar a suestado original. (C) <b>Nivel 3</b>	no ya no puede porque se a quemado y a cambiado su estado y cambio su color, olor, textura, forma, tamaño y es un cambio irrebersible y se forma por O2 y eso hace que se cree la combustión.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad, describe las características del cambio, reconoce el oxígeno como reactivo en la combustión. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> Presenta datos, conclusiones, pero a pesar de tratar de justificar desde la irreversibilidad, la combustión y la presencia de oxígeno, no hay elementos que lo relacionen con el cambio químico, por lo tanto es una justificación débil.
1.19	No porque el fuego quemaria la hoja y no se podria reconstruir por que la hoja ya esta quemada (D) ademas con el fuego la hoja se volveria negra y ademas la hoja se romperia muy fasil y no volveria a su estado original.(C) <b>Nivel 3</b>	Al quemarse el papel pasa una combustión que es una mezcla de oxigeno y no puede volver a su estado normal y eso se llama irreversible: que no puede volver a su esta do original.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad, identifica la presencia de oxígeno en la combustión. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> Presenta datos, conclusiones, justifica desde la combustión, presencia de oxígeno y la irreversibilidad, pero no lo relaciona directamente con el cambio químico, por lo tanto es una justificación débil.
1.20	No por queda en cenizas (D) y si la coje se le cae al piso y queda en cenizas y si la coje mas se ba desapareciendo poco a poco asta que no la be y se desaparese del todo (C) <b>Nivel 3</b>	No porque al quemarla cambia de color y queda arrugada u forma cenizas y al cogerlo se va como quedando mas en cenizas y luego se va desapareciendo asta que no se ve mas por eso no se puede.	Describe las características netamente físicas del cambio, reconoce las cenizas como producto. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3</b> Presenta datos y conclusiones con relación, pero carece de elementos para conceptualizar desde el cambio químico.

Pregunta 2	Al quemar Pablo la hoja de papel, ¿Qué cosas me indican que la hoja de papel cambió?			
Cód.	Respuestas C1	Respuestas C2	Interpretación del concepto	Interpretación de la argumentación
2.1	le indican que la hoja de papel quedo en senizas cambio de ser un papel a ser senisaz y muy pequeñas (D) y no se pueden armar la hoja de papel. (C) <b>Nivel 3</b>	Por que antes era blanca y sólida y después quedó en cenizas y negra también paso de sólido a gaseoso.	Identifica algunos factores de cambio relacionados con el cambio químico, perceptibles por los sentidos. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.2	que antes era blanca y aora es negra y aora es senisa (A) pero por otro lado la hoja anterior que no estaba quemada ni negra. (C) <b>Nivel 3</b>	cuando dos sustancias se juntan forman una nueva sustancia en este caso la combustión que es un cambio químico para saber o si es un cambio químico debe cambiar el olor, color, tamaño, forma.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, ya tienen claro la formación de una nueva sustancia con propiedades diferentes, las cuales las describe netamente físicas como el color, olor y el tamaño. Esta respuesta puede ubicarse en el <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde la formación de una nueva sustancia e identificando los factores de cambio, le faltan elementos, lo que hace a esta una justificación débil.
2.3	la hoja de papel quedo arrugada negra y muy feo ya que pablo quemó su hoja y la arrugo porque el quería hacer un experimento y la arrugo y la quemo (D) por esa razón la hoja de papel de pablo quedo así de fea y negra. (C) <b>Nivel 3</b>	al Pablo quemar la hoja de papel cambio de color la hoja primero era blanca pero al convinarla con el fuego se volvió negra cambio de tamaño textura y de estado esta hoja de papel ya no sirve.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, ya tienen claro la formación de una nueva sustancia con propiedades diferentes, las cuales las describe netamente físicas como el color, el tamaño y la textura. Esta respuesta puede ubicarse en el <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.4	que la hoja se encojio y esta quemada y esta hecha trizas y hecha humo y no sirve para escribir ni para hacer mas experimentos (D) y a simple vista se ve que cambio. (C) <b>Nivel 2</b>	se reconoce porque: cambie de color, tamaño, forma, textura y por lo que se sometió altas temperaturas y fue quedando en cenizas como se le llama combustión de la hoja.	Tiene claro el proceso de combustión, y los factores de cambio netamente físicas como el color, el tamaño, forma y la textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.5	cabio total mente haora solo son seniszas papel quemado y arugado con llamas (D) haora no es nada mas ninada menos que cenisa y papel harugado. (C) <b>Nivel 2</b>	al papel de cambio el color la forma en la textura y tacto olor todo esto por la culpa de la combustión y el exigeno.	Tiene claro el proceso de combustión, y los factores de cambio netamente físicas como el color, olor, forma y la textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.6	Las cosas que hicieron que la hoja de	Al obcervar la hoja de papel, se afirma muchos	Tiene claro el proceso de combustión, y los	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad

	papel cambiara fue cuando Pablo quemo la hoja de papel prendió fuego y cambia la hoja de papel se volvió cenizas polvo y carvón (D)de la hoja. (C) <b>Nivel 3</b>	cambios que creo la combustion lo diferenciamos por su textura, color, forma (altura o tamaño) o en algunos casos sabor.	factores de cambio netamente físicas como el color, olor, forma y la textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.7	si cambió bastante como su forma cambio de una hoja plana a un sin forma y su color cambio de blanco negro o gris y cambio bastante por que una hoja normal a una hoja quemada es diferente. (C) <b>Nivel 2</b>	Indica que cambia de color textura tamaño forma y que se puede implicar la combustión y que ya cambio bastante y no se parece	Tiene claro el proceso de combustión, y los factores de cambio netamente físicas como el color, olor, forma y la textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.8	pues ami me parese que la hoja de papel cambio por ejemplo: su color se pone negro, se puede bolber senisas y se pone rojo por el fuego porque el fuego lo puede tostar (D) y asi se pone de ese color. (C) <b>Nivel 2</b>	cambia su forma, su color, su textura y se bolbio fuego y cenizas ya que al quemarse forma estas características o sea que se puso asi.	Tiene claro el proceso de combustión, y los factores de cambio netamente físicas como el color, olor, forma y la textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.9	la forma de la hoja porque está muy quemada y arrugada (D) tambien se puede saber a solo verla y tocarla porque se ve y se siente totalmente diferente una delicada y ahora es quemada. (C) <b>Nivel 2</b>	se puede indicar el cambio de combustión por su color, forma, textura se puede notar a simple vista que cambió totalmente lo único que quedó fue el papel pero quemado.	Tiene claro el proceso de combustión, y los factores de cambio netamente físicas como el color, olor, forma y la textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.10	al quemar Pablo la hoja me indican que la hoja si cambio porque cuando la hoja se quema cambia la hoja se pone de color negro (D) eso indica que la hoja si cambia porque se arruga con la llama. (C) <b>Nivel 3</b>	las cosas que me indica que el papel cambio fue al quemarse se arruga se enchiquita se vuelve cenizas y cambia de una sustancia a hotra, es irreversible y por eso es un cambio químico.	Tiene claro el proceso de combustión, y los factores de cambio netamente físicas como el color, el tamaño, forma y la textura presentes en el cambio químico, además habla de la formación de una nueva sustancia apoyándose en la irreversibilidad, aunque no necesariamente este explicando el cambio químico como tal.. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde la formación de una nueva sustancia e identificando los factores de cambio, y apoyándose en la irreversibilidad le faltan elementos, lo que hace a esta una justificación débil.
2.11	Al quemar pablo la hoja de papel el cambio fue que se volvio pedasitos negros y también arina (D) cualquier	Cuando pablo quemo la hoja de papel era mas delicada en cambio la hoja normal era mas fuerte y de color blanco y la otra de color gris oscuro.	Describe factores de cambio netamente físicos como el color, olor, forma y la textura presentes en el cambio químico,	<b>Nivel 3.</b> Se identifican datos y conclusiones, presentado relación entre ellos, pero no necesariamente está

	hoja de papel se vuelve con el calor negra la hoja y ya no sirve para nada (C) <b>Nivel 3</b>		aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	explicando el proceso del cambio químico.
2.12	La hoja de papel cambio porque pablo la quemo y se recojo a ser ceniza, cambia de color y la forma, (D) abeses se forma mas y mas fuego (C) <b>Nivel 3</b>	Lo que lo demuestra es que la hoja de papel se volvió cenizas, que cambio de color, cambio de textura, cambio de olor, cambio su masa, cambio su peso y cambio su volumen y en encogio de lo que era antes.	Reconoce las cenizas como producto, Describe factores de cambio netamente físicos como el color, olor, forma y la textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifican con claridad datos y conclusiones, presentado relación entre ellos, pero no necesariamente está explicando el cambio químico.
2.13	Si cambio de forma porque antes estaba blanca y aora esta toda arrugada y fea (D) y al quemarla se puede caer al piso (C) <b>Nivel 3</b>	Porque al quemar la hoja para reconocer un cambio quimico se diferencia el color formacin deprecipita y todo esto se reconoce por ecuaciones químicas y hay una sustancia inicia el reactivo y la final producto.	Identifica algunas características del cambio químico como el cambio de color, sustancia inicial, reactivo y sustancia final, producto, hace referencia al lenguaje simbólico a través de las ecuaciones químicas, pero le falta claridad en la relación de conceptos. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.14	Las cosas se pueden cambiar las cosas si no quemamos las hojas porque de pronto uno necesita las hojas del papel hay agunos que queman las hojas de papel. (C) <b>Nivel 2</b>	Cambio el color la forma el tamaño fue una reacomodación de los atomos y no puede bolber a su estado original.	Identifica algunas características del cambio como el olor, la forma, el tamaño, reconoce la irreversibilidad, hace referencia a la reacomodación de átomos. <b>Modelo molecular</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar de que hay un intento por justificar especificando los cambios observados como la forma, el color, el tamaño y también desde la parte molecular y la irreversibilidad, faltan elementos, lo que hace de esta una justificación débil.
2.15	El color, la forma, la figura (D) por que pablo al quema la hoja de papel la hoja ya no se parecería a nada al otro estado de la hoja. (C) <b>Nivel 2</b>	Cambio su forma, textura, olor, tamaño y es me indica que es un cambio quimico.	Identifica algunas características del cambio químico como el cambio de forma, textura, olor y tamaño. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar de que intenta justificar desde el cambio físico identificando los cambios observados como la forma, textura, olor, tamaño, le faltan elementos al argumento por lo tanto es una justificación débil.
2.16	Por que pablo la arrugo y le echo candela entoses al quemarse la hoja se ba dañando y se ba como bolbiendo polbo o seniza (D) se daña	Porque antes era diferente no como ahora cabio de color olor textura la hoja cuando la quemaron se fue arrugando y también es un cambio irrebercible.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad, identifica cambios netamente físicos como el cambio de olor, textura, presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están

	la hoja y se vuelve ceniza (C) <b>Nivel 3</b>		este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	explicando el cambio químico.
2.17	La forma, el olor, el tamaño, fuerza, color, varios pedasos, foldura, se enroscaría, que da como polvo (D) y cuando se apaga el fuego quedaría tibia por un momento no se podía armar por la ceniza (C) <b>Nivel 2</b>	cambio el olor, tamaño, forma, sabor, color y también si lleva mucho tiempo con el fuego se convertiría en polvo.	Identifica cambios netamente físicos como el cambio de olor, forma, tamaño, sabor y color, presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifican datos y conclusiones, indicando los cambios observados como el tamaño, la forma, sabor, color, pero no necesariamente está explicando desde el cambio químico.
2.18	Al quemarse la hoja de papel sus cambios serían: lo arrugado, el color negro, la ceniza, (D) y se rasgaría (C) <b>Nivel 2</b>	Porque cambio su color, forma, tamaño, olor, textura y se volvió cenizas y no puede ser su original y es un cambio irreversible y es la combustión.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad, Identifica la combustión y los cambios netamente físicos como el cambio de olor, forma, tamaño, y textura presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar de que intenta justificar desde los cambios observados como el color, forma, tamaño, olor y textura, de relacionarlos como cambio irreversible y desde la combustión, necesariamente no está explicando el cambio químico, lo que hace que sea una justificación débil.
2.19	Se notaría muy rápido porque la hoja se le prendería fuego y se iría volviendo negra y se iría esparciendo el fuego y se volvería cenizas y el papel ya no existiría (D) y esas son las cosas que indican el papel quemado (C) <b>Nivel 3</b>	al quemarse la hoja de papel se puede notar que va disminuyendo su tamaño su forma cambia su olor textura y su sabor y se llamaría un cambio químico o irreversible.	Identifica los cambios de tamaño, forma, olor, textura y sabor y la irreversibilidad presentes en el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
2.20	Las cenizas, lo negro y lo caliente, el olor, lo arrugado (D) y porque no queda entera si no que en pedasitos y uno la coje y se cae al piso en pedasitos (C) <b>Nivel 2</b>	si cambio de color se arrugo cambio de forma a cenizas y cambia también de olor.	Identifica cambios netamente físicos como el cambio de olor, forma, tamaño, sabor y color, presentes en el cambio químico, aunque no necesariamente este explicándolo. Identifica la ceniza como producto. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
Pregunta	¿Puede Pablo, volver a escribir sobre la hoja de papel quemada? ¿Por qué?			

3				
Cód.	Respuestas C1	Respuestas C2	Interpretación del concepto	Interpretación de la argumentación
3.1	no por que la hoja de papel quedo en puras senisas y en las senisas no se puede escribir por que las senisas quedan muy pequeñas. (C) <b>Nivel 2</b>	no puede volver a escribir en la hoja porque la hoja se volvió cenizas muy pequeñas y cuando el viento sopla muy fuerte las cenizas se vuelan Y es muy difícil verlas.	Tienen claro el concepto de irreversibilidad, aunque no necesariamente relacionan este con cambio químico, por ejemplo trata de justificar la irreversibilidad con propiedades netamente físicas como el tamaño. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.2	No sepuede escribir por que se desase y es senisa y se parte facil y esta caliente. (C) <b>Nivel 2</b>	no porque ocurrió un cambio químico que es irreversible y como ocurrió la combustión o se reactiva el papel y el fuego y el producto la ceniza.	Tienen claro el concepto de irreversibilidad, asociada con la combustión, formándose una nueva sustancia, aunque no necesariamente relacionan estos con cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.3	no porque al pablo quemar la hoja se quemo se arrugo y quedo en meras cenizas y no puede volver a escribir en la hoja por que pablo hizo un experimento y le fue mal y por eso pablo no puede volver a escribir en la hoja. (C) <b>Nivel 2</b>	no puede volver a escribir en la hoja de papel y los átomos se separa al quemar la hoja en cambio cuando los estaba bien los átomos están juntos o sea en estado sólido y la hoja quedan cenizas y no puede volver a escribir.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, ya tienen claro el concepto de irreversibilidad y la relaciona con la separación de átomos, aunque no identifica el cambio químico como tal, por ejemplo trata de justificar la irreversibilidad con propiedades netamente físicas como con los estados de la materia. <b>Modelo molecular.</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad, los datos que usa no son apropiados para relacionarla con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
3.4	No puede escribir encima de la hoja porque quemada la hoja hecha humo (D) y esta negra y la hoja está muy delgada como para escribir encima de la hoja. (C) <b>Nivel 2</b>	no se puede volver a escribir en la hoja porque la hoja de papel quemada paso hacer un cambio químico y significa que es un cambio irreversible y no se puede volver a su estado original.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, ya tienen claro el concepto de irreversibilidad aunque no identifica el cambio químico como tal. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad, los datos que usa no son apropiados para relacionarla con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
3.5	no porque está negra arugada susia con senisas y llamas (D) ni se puede mover el lapic por la hoja es imposible escribir hay no es nada. (C)	no porque de una sustancia otra sustancia que se llama cenizas si uno escribiera en el se dañaría más de lo que está.	Relaciona la formación de una nueva sustancia con el cambio químico, relacionándolo con propiedades físicas. <b>Modelo macroscópico.</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.

	<b>Nivel 2</b>			
3.6	No porque como dije en la primera pregunta hal tocarla se desaria en polvo (D) y como la hoja de papel hal quemarse cambian su tono color blanco a un color negra (D)y no escribiría el lápiz. (C) <b>Nivel 2</b>	me queda muy difícil ya que la hoja sufrió la combustión a ciendo la hoja en pequeñas partes de átomos en pocas palabras cenizas.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, reconoce el proceso de combustión. <b>Modelo molecular.</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.7	no porque no tiene forma y uno no puede escribir en algo que no tiene forma ni sentido a uno escribir en una hoja normal y con forma a una hoja sin forma es muy diferente.(C) <b>Nivel 2</b>	No por que la hoja de papel quemada sus atomos ya no son los mismos por que se mexclo con O2 y es una nueva sustancia y se reacomodaron con el O2 y sus atomos se ceparan poco a poco.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, reconoce el proceso de combustión en la formación de una nueva sustancia con una composición atómica diferente a la inicial, se apoya en el lenguaje simbólico para dar sus explicaciones. <b>Modelo molecular.</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la formación de una nueva sustancia, al hablar de reacomodación de átomos, le faltan elementos para explicar el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
3.8	no pablo no podria escribir en eya porque la hoja se pone negro y arrugado tambien porque tendria fuego se podria quemar y ya se bueve muy fragil. (C) <b>Nivel 2</b>	no no podría porque Pablo al quemar la hoja y so que se puciera negra y con senisas y si escribiera encima de ella se desase porque se bolbio cenizas y no seberia porque el papel estaba negro.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad y trata de justificar con propiedades netamente físicas como el color y textura frágil, pero no necesariamente está explicando el cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.9	no puede porque Talves si solo estuviera arrugada pero también esta totalmente quemada (D) podria quitar el fuego pero de todas maneras estaria quemada y demasiado negra para escribir. (C) <b>Nivel 2</b>	no puede porque al entrar al cambio de la combustión no se puede volver a utilizar de nuevo para escribir o trabajar en ella.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad y lo relaciona con el proceso de combustión. Aunque no necesariamente está explicando el cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.10	Pablo no puede bolver a escribir en la hoja porque ya está quemada (D) ejemplo si la hoja se qumo como ba a escribir en las senisas la unica forma de que Pablo vuelba a escribir seria en otra hoja. (C) <b>Nivel 2</b>	No por que si la hoja de papel se quema cambia de sustancia a otra y si intenta escribir en ella simplemente se exparcen las cenizas de la hoja y esa materia sería un cambio irrebercible.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad y lo relaciona con el proceso de combustión y la formación de una nueva sustancia, Aunque no necesariamente está explicando el cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad, los datos que usa no son apropiados para relacionarla con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
3.11	Pablo no puede volver a a escribir	pablo no puede volver a escribir sobre la hoja	Identifica la irreversibilidad sin	<b>Nivel 3. .</b> Se identifica con claridad



	sobre la hoja quemada porque es cenisa negra y si raya sobre no se vería y si lo to ca se vuelve arina (D) así que no sirve para nada (C) <b>Nivel 3</b>	quemada porque esta hecha cenizas así se dañaría mas la hoja quemada.	mencionarla, reconoce las cenizas como producto, pero no necesariamente está explicando el cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.12	No porque la hoja esta buelta cenizas (D) y las cenizas se romperían de todas formas cuando el lapicero toca las cenizas de el resto de la hoja. (C) <b>Nivel 3</b>	No porque las cenizas se partirían fácilmente, gracias a la reacomodación de átomos se fue encogiendo y se volvió cenizas.	Reconoce la reacomodación de átomos como parte de un cambio pero no necesariamente de un cambio químico. <b>Modelo molecular.</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar de que intenta justificar desde la parte molecular y la aparición de una nueva sustancia, no necesariamente está explicando el cambio químico y falta fuerza al argumento, por lo tanto es una justificación débil.
3.13	No puede volver a escribir en la hoja porque ya esa quemada y ella ceniza (D) y al tocarla con el lápiz se daña porque esta vuelta nada (C) <b>Nivel 3</b>	no porque al escribir sobre la hoja el lápiz traspasaría y no se puede volver a usar porque es un cambio irreversible Entonces no se puede volver a utilizar.	Tiene claro el concepto de irreversibilidad pero no lo relaciona necesariamente con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.14	No porque esta quemada (D) y no se puede escribir en la hoja de papel quemada y no se escribe en la hoja de papel arrugada y quemada no se puede quemar papel. (C) <b>Nivel 3</b>	No porque la hoja esta quemada y si vemos la hoja buena y pablo la embuelve bien y la pone en un recipiente metálico y prendió un fósforo.	Identifica un cambio irreversible aunque no lo mencione, pero no lo relaciona necesariamente con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.15	No porque no hay forma de escribir por la hoja tiene otro color se vuelve cenizas y las cenizas se dañan fácil (D) y también la hoja no esta en el estado. (C) <b>Nivel 3</b>	No porque al hacer combustión en la hoja de papel, el papel se vuelve ceniza y en las cenizas no se puede escribir ni volver a utilizar.	Identifica un cambio irreversible aunque no lo mencione, reconoce la ceniza como producto y relaciona la combustión aunque no necesariamente con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
3.16	No porque pablo coje un lápiz no puede escribir porque la hoja ya se volvió ceniza (D) y al tocarla se ba como dañando o rompiendo la hoja (C) <b>Nivel 3</b>	No porque ya se volvió ceniza si estuviera en su forma original ya no puede escribir por eso se llama cambio reversible ya no puede volver a su estado original.	Identifica un cambio irreversible aunque no lo relaciona necesariamente con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar de que intenta justificar desde la irreversibilidad, no necesariamente está explicando el cambio químico, por lo tanto es una justificación débil.
3.17	No porque si escribe en la hoja se desace por el fuego si escribe en una hoja normal sería normal y si se	No porque si escribimos en las cenizas se desace o si la tocamos también se desace y es un cambio químico.	Identifica un cambio irreversible aunque no lo mencione y lo relaciona directamente con el cambio químico.	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no

	escribe en una hoja quemada si se diferencia y se desace (C) <b>Nivel 3</b>		<b>Modelo macroscópico</b>	necesariamente están explicando el cambio químico.
3.18	No porque estaría de color negro estaría arrugada y rasgada y pura ceniza(D) (C) <b>Nivel 2</b>	porque a su ce di do la combustión y es un cambio quimico y primero es una sustancia y cuando se quema es otra sustancia y es un cambio irrebersible.	Identifica la combustión como un cambio químico, reconoce la aparición de una nueva sustancia, tiene claro el concepto de irreversibilidad. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> Intenta justificar desde la aparición de una nueva sustancia, desde la irreversibilidad y lo está relacionando con el cambio químico, pero le falta elementos y fuerza al argumento, por lo tanto es una justificación débil.
3.19	No porque la hoja estaría destrosada y estaría en cenizas (D) la hoja como se va quemando y asi no se podría escribir y la hoja ya no tendría espacio ni siquiera para que escriba las letras no se podría escribir (C) <b>Nivel 3</b>	no puede escribir porque la hoja de papel esa a sufrido una combustion y a dañado la hoja de papel y cambio el color y la textura y ya no se podria escribir en la hoja de papel.	Identifica los cambios netamente físicos como el cambio de color, textura y el proceso de la combustión pero no necesariamente lo relaciona con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4 A</b> pesar de que intenta justificar desde los cambios identificados como el color, la textura y la irreversibilidad; no necesariamente lo está relacionando con el cambio químico, por lo tanto es una justificación débil.
3.20	No porque se daña y cae al piso o a una mesa en pedasitos de senisas negras (D) blanditas. (C) <b>Nivel 2</b>	No por que al tiempo que la punta del lapicero ba a tocar la oja sigue derechon o r que la oja cambia a cenizas y se va cayendo mientras que escribe.	Renonoce las cenizas como una nueva sustancia pero no necesariamente lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
Pregunta 4	¿Si comparamos las cenizas de la hoja que Pablo quemó, con las cenizas de un periódico; es posible diferenciarlas? Justifica tu respuesta.			
<b>Cód.</b>	<b>Respuestas C1</b>	<b>Respuestas C2</b>	<b>Interpretación del concepto</b>	<b>Interpretación de la argumentación</b>
4.1	No por que el periodico es del mismo material que en la hoja de papel (D) y tambien se a sen las mismas senizas de la hoja. (C) <b>Nivel 3</b>	si se puede diferenciar las cenizas porque las de una hoja son las pocas que las de un periódico.	Tiene claro el concepto de conservación de la masa, trata de justificarla desde lo que percibe, sin embargo no lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la conservación de la masa, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
4.2	si se puede diferensiar por que las hojas y los periodicos son diferentes las hojas algunas son pequeñas y los periodicos son grandes. (C) <b>Nivel 2</b>	si se pueden diferenciar porque las 2 les ocurrió un cambio químico y el resultado es la combustión y el periódico tiene más masas el papel.	Tiene claro el proceso de combustión y el concepto de conservación de la masa, trata de justificarla desde lo que percibe, sin embargo no está explicando el cambio químico como tal.	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la conservación de la masa, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una

			<b>Modelo macroscópico.</b>	justificación débil.
4.3	no es posible la diferencia por que si quemamos la hoja y el periódico queda negra y en pedacitos por eso no se puede hacer la diferencia en el periódico y la hoja de papel que pablo quemo no es posible la diferencia. (C) <b>Nivel 2</b>	no es posible diferenciarlos ya que las dos hojas de periódico y de papel quedan en cenizas, talves es posible diferenciarla cuando no está en cenizas por que no están en cenizas están en estado sólido.	Tiene claro el proceso de combustión, lo justifica desde lo que percibe, pero no lo relaciona con el cambio químico, ni con la ley de la conservación de la masa. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
4.4	No es posible por que el periodico y la hoja se vuelven cenizas igual (D) pero si el periodico es mas grueso se puede diferenciar por la cantidad de cenizas. (C) <b>Nivel 3</b>	si las cenizas de Pablo con la de un periódico se podrían diferenciar si se compara el tamaño y la cantidad de cenizas se podría diferenciar.	Tiene claro el concepto de conservación de la masa, trata de justificarla desde lo que percibe en la cantidad, sin embargo no lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico.</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar la conservación de la masa, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
4.5	si claro porque el papel periodico y el papel normal son el mismo (D) si los quemamos no se podria diferensiar es imposible. (C) <b>Nivel 3</b>	no se podría porque se rian las mismas senisas que Pablo con la combustión y lo exigeno serían las mismas cenizas.	Tiene claro el proceso de combustión, lo justifica desde lo que percibe, pero no lo relaciona con el cambio químico, ni con la ley de la conservación de la masa. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> . Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
4.6	Si porque los dos pedasos de papel fueron sacados del mismo arbol y arboles todos los papeles al quemar serian iguales (D) cabiaría su tono de blanco y carbon y se volverian cenizas. (C) <b>Nivel 3</b>	en las 2 hojas Sufrieron la combustión asiendo que las dos puede ser iguales o diferentes.	Tiene claro el proceso de combustión, pero no lo relaciona con el cambio químico, ni con la ley de la conservación de la masa. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
4.7	Si porque las semillas son lo mismo y se ve diferente cuando se quemá a cuando están echas senisas porque todos los papeles cuando uno lo quemá y se vuelven senisas no es diferentes. (C) <b>Nivel 1</b>	No por que se genero la combustión y gracias a el O2 y el calor se reacomodan y se vuelven cenizas y no hay forma como diferenciarla por que cambia lo mismo.	Tiene claro el proceso de la combustión, reconoce la presencia de oxígeno para que se dé la combustión, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico, utiliza lenguaje simbólico para dar explicaciones. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde la combustión, los datos que usa no son apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
4.8	pues no estoy tan segura pero creo que se beria igual porque ambos son papel (D) o como el papel periodico	pues no porque si el periódico se quema también soltaría cenizas igual que la hoja entonces no tendría diferencia ya que las dos son papel.	Tiene claro el proceso de la combustión, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico.	<b>Nivel 3.</b> . Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no

	es de color un poco más oscuro las cenizas serian un poco mas oscuras. (C) <b>Nivel 3</b>		<b>Modelo macroscópico</b>	necesariamente están explicando el cambio químico.
4.9	Si se puede diferenciar porque es un tipo diferente de papel talves no tenga mas resistencia que otro se puede tambien porque si son muy diferentes y se puede saber cual es la hoja y la otra que es la del periodico. (C) <b>Nivel 3</b>	No por que es el mismo material no se podrían diferenciar además después de quemarlo lla no se diferencias pues solo se ve como hojas quemadas y desfiguradas.	Tiene claro el proceso de la combustión, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
4.10	si son de diferentes cenizas porque la hoja de cuaderno es diferente alas cenizas del periodico es muy diferente entonces sí es muy pocible diferenciar las cenizas. (C) <b>Nivel 2</b>	no es posible diferenciarlas porque son muy distintos el papel periódico a las hojas de cuaderno, no se puede diferenciar desde la mirada científica.	Tiene claro el proceso de la combustión, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
4.11	Si las comparamos seria muy difícil porque quemarlas a las dos se volverían lo mismo lo mismo en color lo mismo en cenisa (D) entonces si seria muy difícil diferenciar. (C) <b>Nivel 3</b>	Si se puede diferenciar porque tiene mas masa que otro pero de color no porque tienen el mismo color el periódico y la hoja de papel.	Reconoce la conservación de la masa pero no necesariamente lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
4.12	El color de las cenizas son casi iguales a el color que contiene el periódico aunque no traería las palabras a los otros colores que contiene el periódico (C) <b>Nivel 2</b>	No porque al quemarse los dos papeles, el papel periódico y la hoja de papel las cenizas son iguales las dos grices y arrugadas, encojidas por el fuego y el oxigeno (O2).	Identifica el proceso de la combustión aunque necesariamente no lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad datos y conclusiones, presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
4.13	Si es posible diferensiarla porque la hoja de periódico es mas grande y tiene noticia y la hoja no (C) <b>Nivel 2</b>	No porque ambos son del mismo papel si no que el papel periodico tiene mas masa y los atomos se reacomodan y al volverse ceniza el papel sigue estando ai.	Reconoce la conservación de la masa y la reacomodación de átomos como parte de un cambio pero no necesariamente de un cambio químico. <b>Modelo Molecular</b>	<b>Nivel 3</b> Se identifican con claridad conclusiones y datos con una relación entre sus elementos, pero necesariamente no está explicando el cambio químico.
4.14	No porque como va a comparar la hoja de papel quemado con la cenizas de un periódico unas ceniza son de un papel de un árbol (D) y asi se	Si es posible diferenciarlas las cenizas con las cenizas de un periódico es un cambio quimico y se puede diferen si al compara las cenizas.	Identifica las cenizas como producto de un cambio químico, menciona la conservación de la masa pero sin relación con el cambio químico.	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el

	reproduce el papel. (C) <b>Nivel 2</b>		<b>Modelo macroscópico</b>	cambio químico, a pesar de mencionarlo.
4.15	No por que el periódico tiene color, forma y figura y la hoja dañada quemada no tiene tanto color no tiene forma ni figura y por eso no hay diferencia (C) <b>Nivel 2</b>	No puede diferenciar por que el papel quemado y un periodico quemado suele tener las mismas características como la textura, olor, color.	Identifica características netamente físicas como el olor y el color de un cambio, pero no necesariamente lo relaciona con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3</b> Se identifican con claridad conclusiones y datos con una relación entre sus elementos, pero necesariamente no está explicando el cambio químico.
4.16	Las hojas quemadas están con ceniza por que usted las quema se buelbe ceniza (D) y el periódico es igual también buelbe ceniza (C) <b>Nivel 3</b>	Pues yo comparo lo mismo porque las cenizas de una oja es igual que la de un periodico por que so iguales pero el periodico tiene mas masa que el papel.	Identifica la conservación de la masa, pero necesariamente no lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3</b> Se identifican con claridad conclusiones y datos con una relación entre sus elementos, pero necesariamente no está explicando el cambio químico
4.17	No porque los dos son papel aunque el papel periódico es mas grande y el papel es mas pequeño el periódico dejaría mas ceniza y demoraría un poquito mas (C) <b>Nivel 3</b>	no porque los dos son papel pero el periodico tendra mas ceniza que el papel y peden diferenciar el cambio quimico porque cambia olor, forma, color etc.	Identifica las características de un cambio como el olor, forma, color como parte de un cambio químico, reconoce la conservación de la masa pero no necesariamente lo relaciona con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3</b> Se identifican con claridad conclusiones y datos con una relación entre sus elementos, pero a pesar de identificar el cambio químico a través de los cambios observados como el olor, la forma y el color, de falta fuerza a su argumento.
4.18	No porque seria del mismo material serian las mismas cenizas cepondran del mismo color negro (D) se rrasgaria y el papel y cebolberia ceniza. (C) <b>Nivel 3</b>	No contesto		
4.19	En la hoja de periódico salen mas cenizas (D) por que los periódicos son mas grandes que las hojas normales. (C) <b>Nivel 3</b>	no porque las dos hojas an sufrido una combustion y al quemarse ambas se hacen ceniza mismo color misma textura y no se distinguiria la hoja de papel ni la de periodico.	Identifica el proceso de la combustión, los cambios netamente físicos como el color y textura, pero necesariamente no lo relaciona con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3</b> Se identifican con claridad conclusiones y datos con una relación entre sus elementos, pero necesariamente no está explicando el cambio químico
4.20	Si tienen letras si se puede osi no tiene letras no se puede por una no y la otra si (C) <b>Nivel 2</b>	Si por que el periodico tiene mas masa que la hoja y ade mas por la cantidad de ceniza y que tiene el periodico mas que la hoja.	Identifica la conservación de la masa pero necesariamente no la relaciona con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3</b> Se identifican con claridad conclusiones y datos con una relación entre sus elementos, pero necesariamente no está explicando el cambio químico
Pregunta	Si Pablo compara las puntillas de las gráficas ¿Qué crees que le sucedió a las puntillas de la gráfica 2 y por qué?			

5				
Cód.	Respuestas C1	Respuestas C2	Interpretación del concepto	Interpretación de la argumentación
5.1	a las puntillas de la gráfica 2 se oxidaron las puntillas (D) por que se mojaron las puntillas y el agua oxida lo metalico de cualquier clase de metal y las puntillas son metalicas. (C) <b>Nivel 3</b>	las puntillas de la gráfica dos se oxidaron por el agua y el oxígeno porque por cada dos de oxígeno llegan dos de agua y por eso le sucedió el óxido en las puntillas.	Identifica la oxidación como un cambio, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde el proceso de oxidación, los datos que usa no son apropiados para explicarlo y relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
5.2	La gráfica número 2 de muestra que las puntillas se oxidaron (D) talbes con la umedad o el agua. (C) <b>Nivel 3</b>	a las putillas de la gráfica número dos se oxidaron por el agua y por el oxígeno que es posible la oxidación.	Identifica la presencia de oxígeno en el proceso de oxidación aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
5.3	Depronto pablo al comprar las puntillas nuevas las quemó y se volvieron así quemadas oxidadas feas (D) y lla no se puede utilizar de nuevo porque depronto pablo pega una puntilla de esas a si quemada y cuelga un cuadro se cae y aporrea a alguien y por que las puntillas estaban quemadas (C) <b>Nivel 3</b>	Esto sucede cuando dejan mojar las puntillas y se oxidan, cambian de color, olor, textura, estado más que todo de color esto es un cambio químico lo cual las puntillas ya no pueden ser utilizadas para trabajos porque como están oxidadas esto se llama oxidación.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, tienen claro el proceso de oxidación, aunque no necesariamente relacionan este con cambio químico o identifica el cambio química como tal, trata de justificarlo con propiedades netamente físicas como el color, olor y textura. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde el proceso de oxidación, los datos que usa no son apropiados para explicarlo y relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
5.4	a las puntillas de la gráfica 2 les paso que se oxidaron y se pueden partir (D) por que es toxico las deja sin fuerza a cambio las puntilla de la otra grafica no estan oxidadas y no se parten tan facil. (C) <b>Nivel 3</b>	respondidos de la gráfica 2 sufrió un cambio químico con el cual se puede ver que se mojaron cambiaron de color de textura y se oxidaron por lo tanto es un cambio irreversible y se llama oxidación.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, tienen claro el proceso de oxidación, aunque no necesariamente relacionan este con cambio químico o identifica el cambio química como tal, trata de justificarlo con propiedades netamente físicas como el color y textura. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde el proceso de oxidación, los datos que usa no son apropiados para explicarlo y relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
5.5	se oxidaron las puntillas de la grafica 2 pero de la grafica 1 están brillante no están oxidadas (D) no es lo mismo la	primero de las nuevas normales lindas y limpias en la segunda gráfica están sucias mal olor oxidadas por culpa de los átomos de agua que unieron a los de	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, tienen claro el proceso de oxidación, aunque no	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde el proceso de oxidación, los datos que

	grafica 1 y la gráfica 2 y nunca vaser lo mismo. (C) <b>Nivel 2</b>	metal.	necesariamente relacionan este con cambio químico o identifica el cambio química como tal, trata de justificarlo con propiedades netamente físicas como el aspecto y el olor. <b>Modelo macroscópico</b>	usa no son apropiados para explicarlo y relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación débil.
5.6	Las puntillas de la grafica dos se oxidaron (D) porque estuvieron remojadas y al salir estando expuestas al calor del sol cambiarían por lo que veo estan en baro y las de la grafica uno fueron conpradas o conseguida hase muy poquito. (C) <b>Nivel 3</b>	Al obserbar las puntillas de la gráfica uno no sufrió las oxidación mientras que la gráfica 2 si tiene algunas características como textura, color forma (tamaño o altura) o como dise sabor como una pequeña manzana podrirse.	Identifica la oxidación como un cambio, lo justifica con propiedades que se pueden percibir con los sentidos como, textura, color y forma, aunque no necesariamente relaciona esto con cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
5.7	La grafica 2 es diferente porque esta oxidado por que estan mas viejas y se oxidan y las otras estas nuevas y no se oxidan (D) hasta que estén bien es como la gráfica 2 y son mejores las nuevas porque no se ronpian rapido y las viejas se ronpe. (C) <b>Nivel 3</b>	Se llama oxidación y se genera cuando el hierro entra en contacto con el H <sub>2</sub> O se forma la oxidación por que los atomos se reacomodan y tienen un inicio y un final.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, ya tienen claro el proceso de oxidación, lo relaciona con la acomodación de átomos, utiliza lenguaje simbólico para dar explicaciones. <b>Modelo molecular</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde el proceso de oxidación y explicarlo desde la acomodación de átomos, le faltan datos para explicarlo, lo que hace a esta una justificación débil.
5.8	Pues alas puntillas de la gráfica 2 estan oxidadas (D) eso puede pasar cuando tenemos unas puntillas guardadas y umedas se ponen aci porque el metal que contienen las puntillas se juntan con agua asi pero si lo guardamos en un lugar que nó esta umedo son asi como la grafica 1 pero solo pasa cuando las plantillas estan nuevas. (C) <b>Nivel 4</b>	se oxido porque al juntarse el oxígeno con el oxido se empiesa a ver este cambio y se ban reacomodando los átomos tanto como los de oxígeno y los de oxido llegan al metal y se be este cambio.	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, tienen claro el proceso de oxidación, lo relaciona con la acomodación de átomos, justificando el cambio químico. <b>Modelo molecular</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde el proceso de oxidación y explicarlo desde la acomodación de átomos, le faltan datos para explicarlo, lo que hace a esta una justificación débil.
5.9	En la grafica se puede notar que esta quemada y se ven muy sucias y tambien se nota que tienen muchos guecos y se ven muy mal y diferentes	en la primera gráfica se puede notar que las puntillas están nuevas y en una vuenta forma y en la segunda gráfica se ve que las puntillas entraron al cambio químico o de la oxidación, gracias a que lo	Se encuentran más elementos desde el punto de vista conceptual, tienen claro el proceso de oxidación, lo relaciona con la presencia del oxígeno al entrar en contacto	<b>Nivel 4.</b> A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde el proceso de oxidación y explicarlo desde el contacto de átomos, le faltan

	tambien se puede saber que son diferentes y lo unico en comun es que son puntillas. (C) <b>Nivel 1</b>	exigeno se junto con los átomos de hierro de las puntillas.	con los átomos de hierro, justificando un cambio químico. <b>Modelo molecular</b>	datos para explicarlo, lo que hace a esta una justificación débil.
5.10	yo creo que lo que le paso a las puntillas de la gráfica dos fue que las dejaron mucho tiempo sin utilizar y se les oxido (D) ocino las enterrarón y no la sacarón durante mucho tiempo y cuando la sacarón ya estaban oxidadas. (C) <b>Nivel 3</b>	Lo que le suse dio a las puntillas de la gráfica 2 fue que las dejaron mucho tiempo enterradas o las dejaron mucho tiempo en agua con sal y por eso se oxidaron y eso es irrevercible y eso es un cambio químico.	Identifica la oxidación como un cambio irreversible, y relaciona la irreversibilidad con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
5.11	A las puntillas de la grafica 2 fue que les dio oxido (D) (C) <b>Nivel 1</b>	como pablo compro las puntillas nuevas estaban nuevas y paso el tiempo y se oxido los atomos cambiaron por el agua y el oxigeno.	Identifica el proceso de la oxidación y reconoce la acomodación de los átomos pero necesariamente no lo relaciona con un cambio químico. <b>Modelo molecular</b>	<b>Nivel 3.</b> Se identifica con claridad conclusiones y datos con relación entre ellos, partiendo del proceso de la oxidación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
5.12	Las puntillas se pueden occidar si se ponen en agua o se dejan mucho tiempo en el sol o si se meten en un cajón que este medio húmedo (D) y cuando se reserban en un lugar limpio y sin ser húmedo o en sombra. (C) <b>Nivel 2</b>	Las puntillas se oxidaron y creo que pablo las metio en agua con sal y cambio el olor, el color, la textura, porque el Oxigeno (O2) y el metal (fe) hizieron o crearon un cambio quimico llamado oxidación.	Identifica el proceso de la oxidación, reconoce cambios como el color, el olor, la textura y la acomodación de átomos entre el hierro y el oxígeno como parte de un cambio químico. <b>Modelo molecular</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar de que intenta justificar el cambio químico desde el proceso de la oxidación, los cambios observados de olor, color y textura y la reacción del oxígeno con el hierro, faltan elementos en el argumento, por lo tanto es una justificación débil.
5.13	Se osidaron (D) portanto dejarla en agua o en el piso o enla caye y se osidan muy fácil y pasa de nuevo a fea y osidada y puedeaser oxidar alas demás (C) <b>Nivel 3</b>	Se oxidaron porque al recibir lluvias las puntilla se van oxidando y tambien hay un cambio quimico y tambien es un cambio irreversible porque no podemos irrevertir la oxidacion de cualquier cosa oxidada.	Identifica el proceso de la oxidación por el contacto con el agua y como un cambio irreversible y lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4.</b> A pesar de que intenta justificar el cambio químico desde el proceso de la oxidación y la irreversibilidad, faltan elementos que apoyen el argumento, por lo tanto es una justificación débil.
5.14	Por que como va a comparar unas puntillas comprada y otras puntillas	si las puntillas son nueva y la grafica 2 esta oxidadas, cambio de color olor textura y con las	Identifica el proceso de la oxidación y reconoce los cambios de color, olor, textura	<b>Nivel 3.</b> Identifica con claridad conclusiones y datos con alguna



	mala porque no se puede una puntilla mala eso da bacterias cuando las corecoja se la va las manos porque le da una enfermeda (C) <b>Nivel 2</b>	puntillas buenas la pegan de una guadua queda bien pero las puntillas oxidadas no pegarian bien.	pero necesariamente no lo relacionan con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	relación entre ellos. A pesar de reconocer el proceso de la oxidación y los cambios observados como el color, olor y textura, necesariamente no está explicando el cambio químico.
5.15	Oxidadas (D) por dejarla en cualquier lugar que puede que se oxiden o por dejarlas en agua mucho tiempo y ponerlas al sol después de mojadas y por eso se oxida las puntillas. (C) <b>Nivel 4</b>	Le sucede que las puntillas cuando se deja mucho tiempo en el agua los átomos del hierro se acomodan con los átomos del agua y por eso causa la oxidación.	Identifica el proceso de la oxidación, reconoce la acomodación de átomos pero necesariamente no lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo molecular</b>	<b>Nivel 4</b> A pesar de intentar justificar desde el proceso de la oxidación y la parte molecular en la acomodación de átomos, necesariamente no está explicando el cambio químico, por lo tanto la justificación es débil.
5.16	Por que las puntillas ya están malas la primera grafica las puntillas están buenas en la segunda grafica las puntillas están malas porque están oxidadas (D) las puntillas (C) <b>Nivel 2</b>	a las puntillas del grafico 2 se oxidaron por que el agua las ase oxidar o cuando están muy viejas las puntillas antes y alas puntillas oxidadas de la acomodacion de los átomos.	Identifica el proceso de la oxidación por el por el contacto con el agua, reconoce la acomodación de los átomos pero no necesariamente lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 3.</b> Identifica con claridad conclusiones y datos con alguna relación entre ellos, necesariamente no está explicando el cambio químico.
5.17	Sera por el tiempo se volverá naranja ladrillo oxidado que daría como con una mancha naranja no quedaría derecho un olor muy maluco (D) podría no cerbir si estuvieran con una cosa metalica también lo podri oxidar (C) <b>Nivel 2</b>	porque si una puntilla lleva mucho tiempo sin utilizar que le caiga mucha agua se empieza a oxidar y también es un cambio químico e irreversible y cambio color, olor, forma.	Identifica el proceso de oxidación por el contacto con el agua, los cambios de color, olor y forma como parte de un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> A pesar de intentar justificar desde el proceso de la oxidación a causa de la presencia del agua y de relacionarlo con el cambio químico a partir de los cambios observados como el color, el olor, la forma y de reconocer la irreversibilidad, faltan elementos que apoyen el argumento, por lo tanto es una justificación débil.
5.18	Por que las puntillas ochadas están viejas les dejaron caer cosas como juego y las tenían destapadas y las dejaron por ai tiradas y las nuevas estarían tapadas y no las dejaban por ai tirada (C) <b>Nivel 2</b>	porque estan viejas an estado guardadas les a caido agua y la grafica 1 estan nuevas y es un cambio irreversible.	Identifica el proceso de la oxidación por el contacto con el agua. Tiene claro el concepto de irreversibilidad, pero necesariamente no lo relaciona con el cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 2.</b> Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos, con alguna relación, pero no necesariamente están explicando el cambio químico, a pesar de mencionarlo.
5.19	Se oxidaron (D) porque de pronto estuvieron por mucho tiempo en el agua o que an estado muy viejas (C)	las puntillas han pasado tiempo en un cambio que se llama h <sub>2</sub> o o agua y a pasado un cambio de oxidacion y cambio su color textura y no	Reconoce el proceso de la oxidación por el contacto con el agua e identifica los cambios de color, textura y maneja el	<b>Nivel 4</b> A pesar de intentar justificar el cambio químico desde el proceso de la oxidación , los cambios observados

	<b>Nivel 3</b>	se podría volver a su estado original y sería un cambio químico.	concepto de irreversibilidad como parte de un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	como el color, textura y la irreversibilidad, le faltan elementos al argumento, por lo tanto es una justificación débil.
5.20	Si por que si la guarda mucho tiempo y se oxidan y manchan a veces vuelen maluco (D) y aveces no y que dan mojadas cuando llueve y se demora pase carsen (C) <b>Nivel 3</b>	se oxidaron por que al dejar por donde le caiga agua y sal mucho tiempo ala medida del tiempo cada ves se van oxidando mas y mas y por eso cambian de color y olor y no se ven como antes.	Reconoce el proceso de la oxidación por el contacto con el agua y la sal, identifica los cambios de color, olor pero no necesariamente lo relaciona con un cambio químico. <b>Modelo macroscópico</b>	<b>Nivel 4</b> A pesar de intentar justificar desde el proceso de la oxidación por causa de elementos como el agua y la sal, los cambios observados como el color y el olor, necesariamente no está explicando el cambio químico.

## REGISTRO DE INFORMACIÓN – 2016

RELACIÓN ENTRE EL NIVEL ARGUMENTATIVO - REPRESENTACION DEL CAMBIO  
QUÍMICO

CO D	CUESTIONARIO INICIAL									CUESTIONARIO FINAL								
	Nivel Argumentativo				R. Macroscópica					Nivel Argumentativo				R. Macroscópica				
	N1	N2	N3	N4	D	Dz	M	T	IQ	N1	N2	N3	N4	D	Dz	M	T	IQ
E1			X					X					X				X	
E2		X					X						X					X
E3			X					X				X				X		
E4			X					X					X					X
E5		X						X				X					X	
E6			X					X				X				X		
<b>E7</b>		<b>X</b>						<b>X</b>				<b>X</b>						<b>X</b>
E8			X				X					X					X	
E9		X					X					X					X	
E10			X				X						X					X
E11			X					X				X				X		
<b>E12</b>			<b>X</b>					<b>X</b>					<b>X</b>				<b>X</b>	
E13			X					X				X						X
E14			X					X				X						X
E15		X					X					X				X		
E16			X				X					X						X
<b>E17</b>			<b>X</b>					<b>X</b>				<b>X</b>						<b>X</b>
E18		X					X					X						X
E19			X				X						X			X		
E20		X					X					X				X		

Convenciones	
D	Desaparición
DZ	Desplazamiento
M	Modificación
T	Transmutación
IQ	Interacción Química

## Anexo E. Ejemplo del procedimiento del análisis de la información relacionada con las representaciones del cambio químico identificadas en el cuestionario.

Preguntas del instrumento “Cuestionario”	Respuestas E8 Cuestionario inicial	Interpretación del concepto
Pablo realizó el siguiente experimento: arrugó lo más que pudo una hoja de papel, luego la colocó en un recipiente metálico, prendió un fosforo y la quemó, seguidamente observó lo que sucedía. ¿La hoja de papel que Pablo quemó, puede regresar a su estado original? ¿Por qué?	No puede regresar a su forma normal (CI) porque cuando uno quema un papel de cuaderno en aluminio (SI) se puede volver cenizas (SF) o se volvería frágil y se vuelve color aspecto negro o gris.(FC)	Prevalece la representación macroscópica (Johnstone, 1993) de la materia, relaciona la irreversibilidad con la combustión, reconoce la presencia de la sustancia inicial y sustancia final en sus respuestas, de manera mínima se ve la idea de proceso. Se apoya en los factores de cambio para justificar el cambio químico y lo explica desde la Modificación, y la transmutación (Anderson, 1990)
Al quemar Pablo la hoja de papel, ¿Qué cosas me indican que la hoja de papel cambió?	Pues a mí me parece que la hoja de papel (SI) cambio por ejemplo: su color se pone negro, (FC) se puede volver cenizas (SF) y se pone rojo por el fuego porque el fuego lo puede tostar (FC) y así se pone de ese color.	
¿Puede Pablo, volver a escribir sobre la hoja de papel quemada? ¿Por qué?	No pablo no podría escribir en ella (CI) porque la hoja (SI) se pone negro y arrugado también porque tendría fuego se podría quemar y ya se vuelve muy frágil. (FC)	
¿Si comparamos las cenizas de la hoja que Pablo quemó, con las cenizas de un periódico; es posible diferenciarlas? Justifica tu respuesta.	Pues no estoy tan segura pero creo que se vería igual porque ambos son papel (SI) o como el papel periódico es de color un poco más oscuro las cenizas (SF) serían un poco más oscuras.	
Si Pablo compara las puntillas de las gráficas ¿Qué crees que le sucedió a las puntillas de la gráfica 2 y por qué?	Pues a las puntillas de la gráfica 2 están oxidadas (SF) eso puede pasar cuando tenemos unas puntillas guardadas y húmedas se ponen así (P) porque el metal que contienen las puntillas (SI) se juntan con agua así pero si lo guardamos en un lugar que no está húmedo son así como la gráfica 1 pero solo pasa cuando las plantillas están nuevas.	

CONVERSIONES DE LA TABLA REPRESENTACIONES DEL CAMBIO QUÍMICO					
Representación macroscópica		Representación microscópica		Representación simbólica	
CI	Cambio irreversible	RA	Reordenación de átomos	S	Símbolos
SI	Sustancia inicial				
NS	Nueva sustancia	P	Proceso de reactivo y producto	E y F	Ecuaciones y formulas
FC	Factores de cambio				

## Ejemplo del procedimiento del análisis de la información relacionada con los niveles argumentativos identificados en el cuestionario

Preguntas del instrumento “Cuestionario”	Respuestas E2 Cuestionario final	Nivel de argumentación y relaciones
Pablo realizó el siguiente experimento: arrugó lo más que pudo una hoja de papel, luego la colocó en un recipiente metálico, prendió un fosforo y la quemó, seguidamente observó lo que sucedía. ¿La hoja de papel que Pablo quemó, puede regresar a su estado original? ¿Por qué?	No puede volver a su estado original (C) porque es un cambio irreversible (J) y para que se quemara el (O <sub>2</sub> ) o sea oxígeno (D) estaba hay para que ocurriera la combustión (D).	Nivel 4. A pesar que hay un intento de justificar la irreversibilidad y el proceso de combustión, los datos que usa son poco apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación con alguna relación entre los datos y la conclusión.
Al quemar Pablo la hoja de papel, ¿Qué cosas me indican que la hoja de papel cambió?	Cuando dos sustancias se juntan forman una nueva sustancia en este caso la combustión que es un cambio químico (C) para saber o si es un cambio químico debe cambiar el olor, color, tamaño, forma.(J)	Nivel 4. A pesar que hay un intento de justificar el cambio químico desde la formación de una nueva sustancia e identificando los factores de cambio, le faltan elementos, lo que hace a esta una justificación con alguna relación entre los datos y la conclusión.
¿Puede Pablo, volver a escribir sobre la hoja de papel quemada? ¿Por qué?	No porque ocurrió un cambio químico que es irreversible y como ocurrió la combustión (C) o se reactivó el papel y el fuego y el producto la ceniza.(D)	Nivel 3. Se identifica con claridad conclusiones en la cual se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
¿Si comparamos las cenizas de la hoja que Pablo quemó, con las cenizas de un periódico; es posible diferenciarlas? Justifica tu respuesta.	Si se pueden diferenciar (C) porque las 2 les ocurrió un cambio químico (J) y el resultado es la combustión y el periódico tiene más masas el papel.(D)	Nivel 4. A pesar que hay un intento de justificar desde la conservación de la masa, los datos que usa son poco apropiados para relacionarlos con el cambio químico, lo que hace a esta una justificación con alguna relación entre los datos y la conclusión.
Si Pablo compara las puntillas de las gráficas ¿Qué crees que le sucedió a las puntillas de la gráfica 2 y por qué?	A las putillas de la gráfica número dos se oxidaron (C) por el agua y por el oxígeno (D) que hizo posible la oxidación (C).	Nivel 3. Se identifica con claridad conclusiones en las cuales se encuentran datos presentando relación entre ellos, pero no necesariamente están explicando el cambio químico.
Interpretación general de la argumentación	Se evidencia como en las respuestas del estudiante predominan el nivel 4 de argumentación (Ruiz, 2015), apoyándose en justificaciones en las que intenta relacionar los datos y las conclusiones, faltándole claridad en los elementos teóricos para explicar el cambio químico.	

### CONVERSIONES DE LA TABLA NIVELES ARGUMENTATIVOS

<b>D</b>	Dato	<b>J</b>	Justificación	<b>RT</b>	Respaldo teórico
<b>C</b>	Conclusión	<b>RF</b>	Refutación	<b>CT</b>	Contra argumento

## **Anexo F. Ejemplos de la movilización de las respuestas de los estudiantes en relación con los niveles argumentativos.**

El estudiante E20, en el cual inicialmente se encontraba en el nivel 2 de argumentación y en la segunda aplicación del cuestionario se ubicó en el nivel 3 de argumentación, como se expone en la siguiente respuesta, a la pregunta planteada:

*¿Si comparamos las cenizas de la hoja que Pablo quemó, con las cenizas de un periódico; es posible diferenciarlas? Justifica tu respuesta.*

Se resaltan las siguientes respuestas:

- *P4E20: (inicial) “Si tienen letras si se puede o si no tiene letras no se puede por una no y la otra si (C)*
- *P4E20: (final) “Si por que el periódico tiene más masa que la hoja y arde más por la cantidad de ceniza y que tiene el periódico más que la hoja (J).”*

En la respuesta citada por el estudiante E20 a la situación planteada en el cuestionario inicial relacionada con la combustión, se evidencia en su argumento una conclusión con poca relación con la pregunta realizada, ya que compara la hoja de papel con la hoja del periódico desde sus características físicas, sin considerar el proceso de combustión, razón por la cual se ubica en el nivel 2 de argumentación.

En la respuesta que proporciona el mismo estudiante en el cuestionario final, se considera que su argumento sigue siendo una conclusión en la que se encuentran inmersos datos, (característica propia del nivel 3), pero en este caso, tanto los datos como la conclusión guardan relación con la pregunta planteada, al reconocer el proceso de combustión, y al exponer que el

“...periódico tiene más masa que la hoja” lo que permite concluir que por eso hay más cantidad de cenizas en la combustión del periódico que en la combustión de la hoja de papel, es evidente el concepto de la conservación de la masa (Lavoisier) como aspecto importante para entender el cambio químico, en este caso lo hace desde la perspectiva *macroscópica*.

Por consiguiente, se puede inferir que el estudiante mejora su nivel argumentativo movilizándose de un nivel 2 de argumentación a un nivel 3, el cual corresponde al 25% de la totalidad de los estudiantes; pasar de estructuras argumentativas en las cuales el estudiante realiza descripciones simples a otras donde relacione los datos con la conclusión, se puede interpretar como un logro importante en función de desarrollar la competencia argumentativa, como un constituyente del pensamiento crítico, el cual es objeto de la didáctica de la ciencias naturales (Tamayo, 2012).

Finalmente, se presentan las respuestas del estudiante E18 quien se movilizó de un nivel 2 a un nivel 4 de argumentación, como se relaciona a continuación al plantear la siguiente pregunta:

*¿Puede Pablo, volver a escribir sobre la hoja de papel quemada? ¿Por qué?*

- *P3E18: (inicial) “No (C)porque estaría de color negro estaría arrugada y rasgada y pura ceniza(D) ”*
- *P3E18: (final) “porque a sucedió la combustión y es un cambio químico y primero es una sustancia y cuando se quema es otra sustancia y es un cambio irreversible (J).”*

Se observa que en el estudiante E18, la respuesta ofrecida en el cuestionario inicial se encuentra en un nivel 2 de argumentación, puesto que la estructura de su argumento está conformado por una conclusión en la que están inmerso los datos “*estaría de color negro estaría*

*arrugada y rasgada y pura ceniza*”, da una explicación apoyada en factores de cambio, tales como propiedades aparentes o perceptibles, es decir varía la apariencia como el aspecto y el color, entiende la reacción química como una *modificación* (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000), presenta un argumento corto, con vocabulario escaso y no contiene justificaciones.

En relación a la respuesta en el cuestionario final, el argumento presenta hechos relevantes de la experiencia, incorpora el lenguaje propio de la ciencia, “*primero es una sustancia y cuando se quema es otra sustancia y es un cambio irreversible*” su justificación soporta la conclusión, al afirmar que la sustancia inicial es diferente a la sustancia final y se da un cambio irreversible, entiende la reacción química como una *interacción sustancial* (Anderson, 1990), citado por Furió & Furió (2000), por lo que lo ubicamos en un nivel 4 de argumentación.

De acuerdo con lo anterior, se concluye que el estudiante mejora sus argumentos , movilizándose del nivel 2 al nivel 4 de argumentación, lo cual corresponde al 10% de la totalidad de los estudiantes, de igual manera pasa de explicar la reacción química desde la *modificación* a una *interacción sustancial*. En la medida que los estudiantes trasciendan de sus concepciones intuitivas de los fenómenos naturales, al manejo de conceptos químicos, les aportarán respuestas más acertadas a sus cuestionamientos y a su vez, permitirá buscar soluciones a los problemas de su entorno (Izquierdo et al, 2009). También se puede decir, que en este proceso la argumentación es una herramienta que potencia el aprendizaje en el aula de clase (Ruiz, 2013).